



NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V.

**Instalación del Sistema de Descompresión de
Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant**

**Avenida Miguel Hidalgo Pte. 23, Colonia San Lorenzo Teotiplico,
C.P. 75855, Tehuacán, Puebla.**

Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2



**CONSULTORÍA INTEGRAL Y
PROYECTOS AMBIENTALES, S.C.**
Tel.: (449) 912-34-23 y 996-50-76
Aguascalientes, Ags.

Índice General

Capítulo I. Datos Generales	1
I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo	1
I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa	1
I.3.- Numero de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).....	1
I.4.- Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación.....	1
I.5.- Actividad productiva principal del establecimiento.....	1
I.6.- Clave del Catálogo MAP.....	1
I.7.- Código Ambiental (CA).....	1
I.8.- Domicilio del establecimiento.	2
I.9.- Domicilio para oír y recibir notificaciones	2
I.10.- Fecha de inicio de operación.....	2
I.11.- Número de trabajadores equivalente.	3
I.12.- Total de horas semanales trabajadas en la planta.....	3
I.13.- Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.....	5
I.14.- ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal?	5
I.15.- ¿Pertenece a alguna corporación?	5
I.16.- Participación de capital.....	5
I.17.- Número de empleos indirectos a generar.....	5
I.18.- Inversión estimada.....	5
I.19.-Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).....	6
I.20.- Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.....	6
I.21.- Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.	7
I.22.- Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo	7
I.23.- Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.....	7
Capítulo II. Descripción del Proyecto.....	8
II.1. Proyecto	24
II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.	27
II.1.2. Fecha de inicio de operaciones	27

II.1.3. Ubicación de la instalación	27
II.1.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de las actividades (m2 o Ha).....	40
II.1.5. Características de equipos principales del proyecto	54
II.1.6. Características de equipos auxiliares del proyecto	59
Capítulo III. Descripción del Proceso.....	65
III.1. Criterios de diseño de la instalación.....	65
III.4. Condiciones de Operación.....	76
III.4.1. Balance de materia.....	76
III.4.2. Temperaturas y presiones de diseño y operación	76
III.4.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso	77
Capítulo IV. Descripción del entorno.....	78
IV.1. Proyecto	111
Capítulo V. Análisis y Evaluación de Riesgos	117
V.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgos.....	117
V.1.1. Análisis Preliminar de Peligros.....	117
V.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares	135
V.1.3. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo.....	143
V.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo	143
V.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo	154
V.2.1. Análisis de frecuencias	154
V.2.2. Análisis de consecuencias	154
Capítulo VI. Representación en planos de los radios potenciales de afectación.....	188
Capítulo VII. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo	189
VII.1. Análisis de vulnerabilidad.....	188
VII.2. Interacciones de riesgo	203
VIII. Reposicionamiento de escenarios de riesgo.....	206
Capítulo IX. Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo....	206
IX.1. Sistemas de seguridad	206
IX.2. Medidas preventivas	207
IX.3. Recomendaciones técnico - operativas.....	213
X. Conclusiones	222
XI. Resumen Ejecutivo.....	223

Bibliografía.....	223
--------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas aplicables al proyecto.....	20
Tabla 2. Características Generales.....	31
Tabla 3. Coordenadas del área de descompresión.....	34
Tabla 4. Coordenadas del área para semirremolque 1	35
Tabla 5. Coordenadas del área para semirremolque 2.....	36
Tabla 6. Colindancias en un radio de afectación de 500 mts del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500	37
Tabla 7. Dimensiones del equipo RCU 500 Lite	57
Tabla 8. Dimensiones de calentamiento/compresor de aire/Tablero de control.....	58
Tabla 9. Características de la Unidad de Reducción y Control.	58
Tabla 10. Características de la estación de medición.....	62
Tabla 11. Características de los contenedores para gas natural	71
Tabla 12. Resumen de Sustancias Peligrosas	75
Tabla 13. Datos promedio de la Estación Meteorológica Automática IMTA	108
Tabla 14. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 mts	113
Tabla 15. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 mts	114
Tabla 16. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 mts	115
Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-2000.....	119
Tabla 18. Susceptibilidad a fenómenos geológicos.....	125
Tabla 19. Susceptibilidad a fenómenos hidrometeorológicos.....	127
Tabla 20. Susceptibilidad a fenómenos químico- tecnológicos.....	131
Tabla 21. Susceptibilidad a fenómenos sanitarios- ecológicos	132
Tabla 22. Susceptibilidad a fenómenos socio – organizativos.....	133
Tabla 23. Relación de accidentes en carreteras que involucran sustancias químicas (1996-2000).....	137
Tabla 24. Recurrencia de Accidente por la zona del País	140
Tabla 25. Reportes de accidentes por estado físico de la sustancia.....	140
Tabla 26. Índices de Frecuencia	143
Tabla 27. Índices de severidad.....	143
Tabla 28. Matriz de Jerarquización de riesgos	144

Tabla 29. Índice de riesgo	144
Tabla 30. Matriz de Jerarquización de Riesgos nodo 1	151
Tabla 31. Matriz de Jerarquización de Riesgos Nodo 2.....	151
Tabla 32. Matriz de Jerarquización de Riesgos Nodo 3.....	152
Tabla 33. Niveles de Riesgo.....	153
Tabla 34. Resultados de Evento Hipotético 1.1.....	158
Tabla 35. Ecuaciones para los cálculos para los efectos de explosión.	166
Tabla 36. Daños causados por sobrepresión.....	169
Tabla 37. Efectos de la radiación térmica.....	173
Tabla 38. Radios de afectación de eventos simulados.....	183
Tabla 39. Descripción de los posibles receptores de Riesgo.....	189
Tabla 40. Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo	204
Tabla 41. Recomendaciones de la identificación de peligros y evaluación de riesgos.....	214

Índice de Figuras

Figura 1. Programa de obra.....	4
Figura 2. Carta del POEGT UABS.....	11
Figura 3. Cronograma de obra para la instalación de la RCU 500.....	29
Figura 4. Carta de Ubicación 1:50,000	33
Figura 5. Coordenadas del área de descompresión.....	34
Figura 6. Coordenadas del área para semirremolque 1.....	35
Figura 7. Coordenadas del área para semirremolque 2.....	36
Figura 8. Radio de afectación 500 mts.....	39
Figura 9. Accesos a la Unidad de Control y Reducción	41
Figura 10. Diagrama Simplificado de la Estación de Descompresión RCU 500.....	42
Figura 11. RCU 500.....	43
Figura 12. Medidas de la superficie a pavimentar y donde se instalarán los equipos.....	44
Figura 13. Dimensiones de la RCU 500 Lite.....	57
Figura 14. Dimensiones de calentamiento/compresor de aire/Tablero de control.....	58
Figura 15. Presión de apertura (operación) de las válvulas de alivio de la RCU.....	61
Figura 16. Estación de Descompresión RCU 500 Lite.....	68

Figura 17. Diagrama de bloques del proceso para el Sistema de Descompresión y la RCU 500 Lite.....	70
Figura 18. Semirremolque industrial para el transporte de Gas Natural Comprimido.	73
Figura 19. Vegetación presente en el predio.....	79
Figura 20. Especies de flora y fauna en los ecosistemas del País según el Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad.....	80
Figura 21. Provincias herpetofaunísticas de la República Mexicana.....	81
Figura 22. Provincias mastogeográficas de la República Mexicana.....	81
Figura 23. Carta de Litología.....	84
Figura 24. Geología para el estado de Puebla.....	86
Figura 25. Carta Topográfica.....	87
Figura 26. Carta de Provincias Fisiográficas.....	89
Figura 27. Carta de Fallas Y Grietas.....	90
Figura 28. Zonificación sísmica de la República Mexicana.....	91
Figura 29. Carta de edafología.....	93
Figura 30. Hidrología para el Estado de Puebla.....	95
Figura 31. Corrientes de agua o causes de rio.....	96
Figura 32. Localización de Acuíferos.....	97
Figura 33. Carta de Unidades Climáticas.....	105
Figura 34. Datos obtenidos de la estación meteorológica nacional.....	107
Figura 35. Grafica de precipitación pluvial.....	108
Figura 36. Grafica de Temperatura.....	108
Figura 37. Dirección del viento.....	110
Figura 38. Carta de Uso de suelo.....	109
Figura 39. Radio de afectación a 500 m.....	116
Figura 40. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales.....	117
Figura 41. Sustancias químicas involucradas en accidentes que han ocurrido en el transporte (Enero 1997 - Diciembre 2000).....	135
Figura 42. Ejes troncales de la red carretera de México.....	136
Figura 43. Accidentes reportados por trimestre.....	117
Figura 44. Accidentes por Zona del País.....	136
Figura 45. Accidentes por Estado Físico de la Sustancia.....	139
Figura 46. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales.....	141
Figura 47. Resultados de simulación Evento 1.1.....	159

Figura 48. Gráfico de Evento 1.1	160
Figura 49. Radios de afectación del Evento 1.1	159
Figura 50. Esquema conceptual del modelo de nubes explosiva.....	164
Figura 51 Gráfica de afectación para el evento 2.....	175
Figura 52. Radios de afectación para el evento 2.....	176
Figura 53. Gráfica de afectación para el evento 3.....	178
Figura 54. Radios de afectación para el evento 3	179
Figura 55. Radios de afectación para el Evento 4.....	181
Figura 56. Radios de afectación para el Evento 4.....	182

Índice de Anexos

Anexo 1

- ✚ Acta Constitutiva
- ✚ Poder del Representante Legal
- ✚ Identificación del Representante Legal
- ✚ Cédula de Identificación Fiscal

Anexo 2

- ✚ Anexo Fotográfico

Anexo 3

- ✚ Vinculación con la NOM-010-ASEA-2016

Anexo 4

- ✚ Hoja de Seguridad del Gas Natural

Anexo 5

- ✚ Simulaciones
- ✚ Radios de afectación

Anexo 6

- ✚ Anteproyecto
- ✚ Ubicación de la instalación del RCU 500
- ✚ Memoria técnica de obra civil eléctrica
- ✚ Ficha Técnica de la RCU 500
- ✚ Plano de localización general
- ✚ Plano Obra Civil y Eléctrica
- ✚ Plano de Red Interna
- ✚ Diagrama de Flujo
- ✚ Plano de Señalética

Anexo 7

- ✚ Resumen Ejecutivo

Anexo 8

- ✚ Informe Técnico
- ✚ Análisis HAZOP

Capítulo I. Datos Generales

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

NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V., Instalación del Sistema de Descompresión por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 en las instalaciones de la Empresa LAVAPANT DE TEHUACÁN S.A DE C.V.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa

NGN120221H35

I.3.- Numero de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)

No Disponible

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

No Disponible

I.5.- Actividad productiva principal del establecimiento.

El objeto principal de la sociedad es la comercialización, entrega, transporte, importación, exportación, suministro y venta de gas natural, incluyendo sin limitar gas natural comprimido y gas natural licuado, por vía terrestre y/o por vía fluvial o marítima, a través de cualquier medio de transporte; previo los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros que se requieran para tal efecto, así como la celebración de contratos, convenios y/o acuerdos, para la comercialización, entrega, transporte, importación, exportación, suministro y venta de gas natural, incluyendo sin limitar gas natural comprimido y gas natural licuado, previo los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y registros que se requieran para tal efecto, ante las autoridades correspondientes.

I.6.- Clave del Catálogo MAP

No disponible

I.7.- Código Ambiental (CA)

No disponible

I.8.- Domicilio del establecimiento.

El sitio donde se desarrollará el proyecto se localiza dentro de las instalaciones de la Empresa

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

La localización en coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos del predio es:

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Equivalente a:

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Con una elevación de 1,681 m.s.n.m.

I.9.- Domicilio para oír y recibir notificaciones.

Domicilio Fiscal
C.P.
Delegación
Estado
RFC
Teléfono
Correo Electrónico

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.10.- Fecha de inicio de operación

El Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra en la etapa de instalación por lo que aún no cuenta con una fecha de inicio de operaciones.

I.11.- Número de trabajadores equivalente.

Para la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 y el acondicionamiento del sitio se tendrán alrededor de 5 personas trabajando en la zona, además se generarán nuevos empleos por la compra de los materiales requeridos, así como de consultores para la obtención de permisos.

Para la operación del Sistema, no se requiere que una persona este por tiempo completo, sino que la empresa NEOMEXICANA envía a un operador por semana por un lapso de 3 horas, para la revisión de los equipos, esto debido a que se cuenta con el sistema de telemetría para el monitoreo constante de los equipos, sin embargo, en caso de alguna contingencia, el personal de la empresa se puede desplazar al sitio para solucionar el desperfecto de forma física.

I.12.- Total de horas semanales trabajadas en la planta.

La Instalación del Sistema de Descompresión por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 se llevará a cabo en 8 semanas. A continuación, se muestra el cronograma de obra:

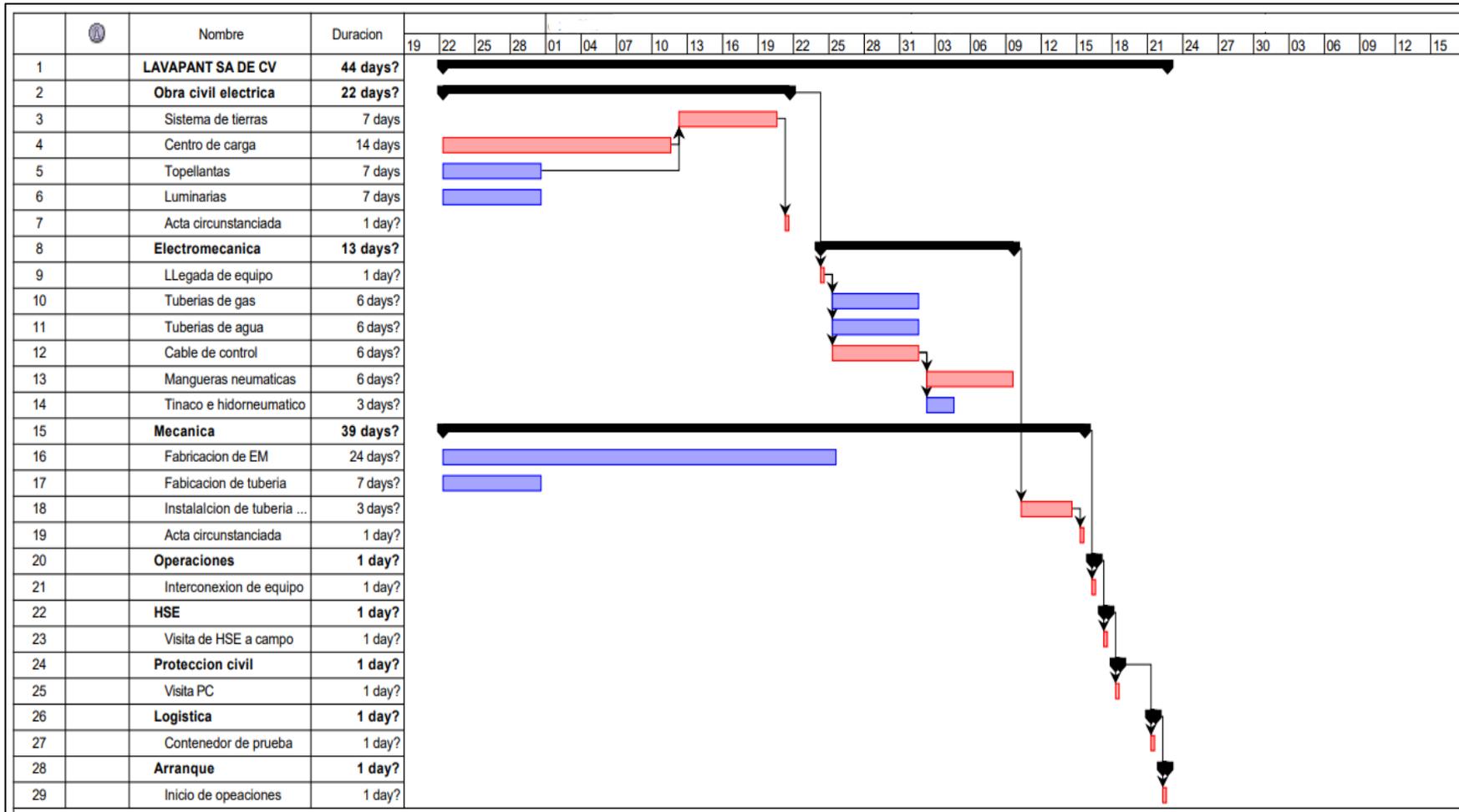


Figura 1. Programa de obra.

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

La estación, cuenta con los siguientes trabajadores y las jornadas laborales

Turno	Número de trabajadores	Días trabajados
Semanal (3 horas)	1	Visita semanal a la instalación para revisión de la operación

I.14.- ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal?

No Disponible

I.15.- ¿Pertenece a alguna corporación?

NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V.

I.16.- Participación de capital

Sociedades Anónimas Promotoras de Inversión de Capital Variable (abreviado S.A.P.I. DE C.V.)

I.17.- Número de empleos indirectos a generar.

Aproximadamente 10 personas para los gestores de permisos

I.18.- Inversión estimada.

La inversión aproximada será de INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, CUENTA BANCARIA, ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP de la inversión, para el Sistema de Descompresión de Gas Natural:

Concepto	Monto
Equipo y obras de instalación	INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, CUENTA BANCARIA, ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP
Servicios profesionales (grúa)	
Total	

I.19.-Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

C. Jonathan Arce Smith.
Representante Legal

I.20.- Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

C. Jonathan Arce Smith.
Representante Legal

I.21.- Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

I.22.- Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

I.23.- Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

Responsable de la elaboración del estudio	<p>Ing. Adriana Covarrubias Remolina Ingeniero Industrial Cédula Profesional: 2434395 NOMBRE DE PERSONA FISICA ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Ingeniero Químico Ambiental Cédula profesional: 9675258</p>
Razón social de la empresa:	Consultoría Integral y Proyectos Ambientales, S.C.
Registro Federal de Contribuyentes	CIP-991111-635
Nombre y firma del responsable estudio y de los participantes en la elaboración	<p>_____</p> <p>Ing. Adriana Covarrubias Remolina NOMBRE DE PERSONA FISICA ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>
Calle	DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
Número	
Colonia	
C.P.	
Municipio	
Entidad federativa	
Teléfono y fax:	
Correo electrónico	

Capítulo II. Descripción del Proyecto

Actualmente la Planta Lavapant utiliza el Gas L.P. como combustible para el funcionamiento de sus equipos, sin embargo, la empresa pretende hacer el cambio de combustible por Gas Natural. Este combustible, presenta las siguientes ventajas sobre otros combustibles, incluyendo el gas L.P.:

- Tiene combustión muy limpia, no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera, genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos y prácticamente no genera dióxido de azufre.
- Es seguro de transportar.
- Tiene una alta seguridad de operación, ya que al ser más ligero que el aire, se evita su concentración y reduce el riesgo de explosiones en fugas.
- Reduce costos de mantenimiento de los equipos de combustión.

Es por este motivo que se decidió instalar un Sistema de Descompresión de Gas Natural, el cual consta de una Unidad de Control y Reducción de Gas Natural con un flujo de 500 m³/Hr, donde se contará con la siguiente estructura para su funcionamiento:

- Unidad de Control y Reducción 500 Lite
- Superficie de concreto para la estación de descompresión y para el área de descarga.
- Tomas de descarga equipadas con mangueras y conectores para enviar el gas comprimido de los tractocamiones al equipo descompresor.
- Protecciones.
- Tubería de gas natural desde la estación de descompresión hasta los equipos de combustión de la Planta Lavapant.

Por lo mencionado anteriormente, se ingresa el presente Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2 para la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural el cual incluye la Unidad de Control y Reducción RCU 500, en las instalaciones de la Planta Lavapant, el cual suministrará e instalará la empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I de C.V.

La operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 no implicará un proceso de transformación de materias primas;

esto quiere decir que no existe ni existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descompresión de Gas Natural y su entrega a la red interna del usuario final dentro de las instalaciones de la planta Lavapant

- **Los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del Centro de Población.**

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

Regionalización Ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de

decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales: dichas Unidades difieren en el proceso de construcción toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

La Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica *61: Sierra del sur de Puebla:*

✓ **UAB 61: Sierra del sur de Puebla**

- Muy baja superficie de ANP's.
- Media degradación de los Suelos.
- Muy alta degradación de la Vegetación.
- Baja degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es de media a baja.
- Longitud de Carreteras (km): Media.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km²): Media.
- El uso de suelo es Forestal y Agrícola.
- Déficit de agua superficial.
- Alta marginación social.
- Bajo índice medio de educación.
- Bajo índice medio de salud.
- Muy bajo indicador de capitalización industrial.

Criterios aplicables del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
61	Desarrollo Social	Forestal	Agricultura Ganadería Minería	SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

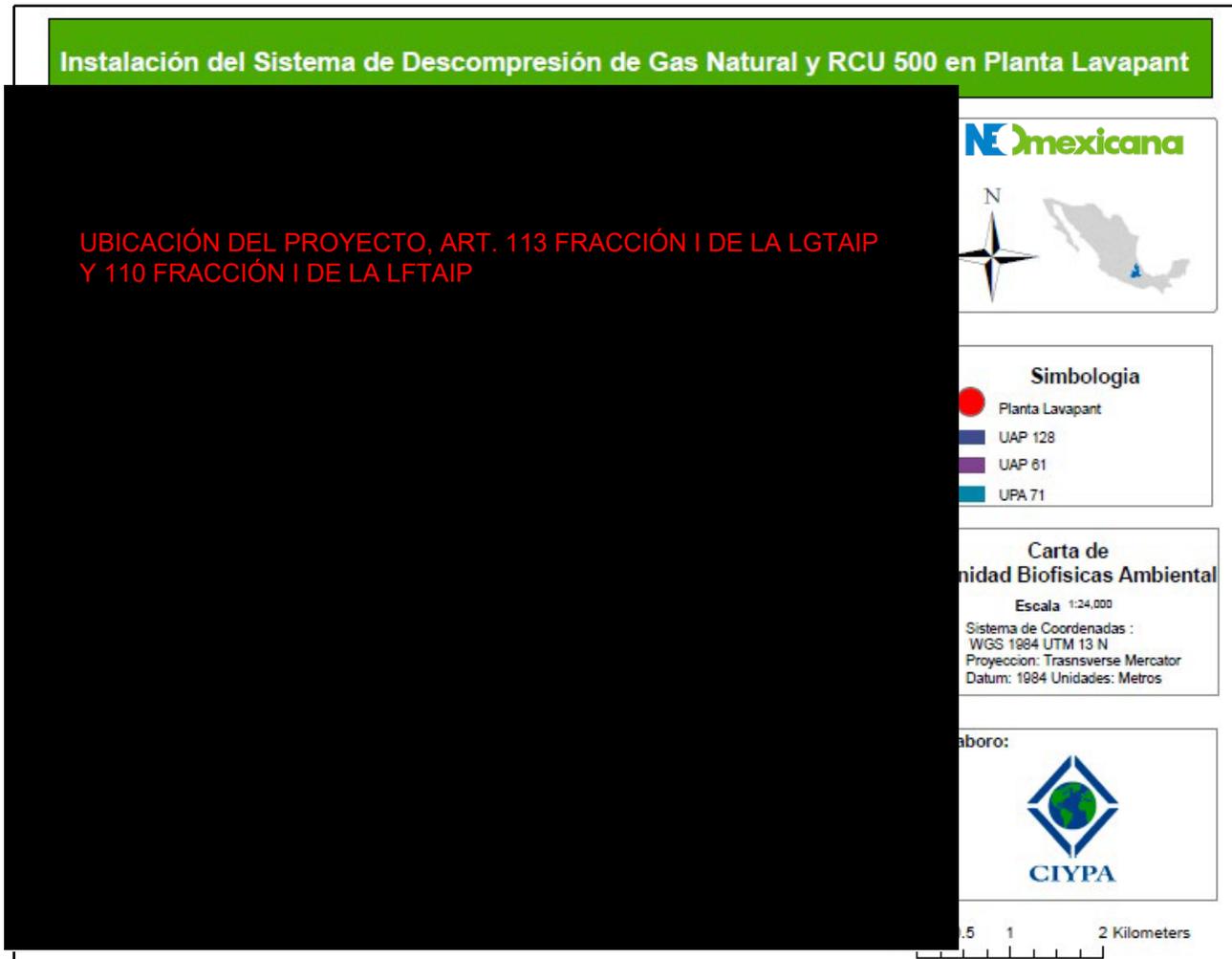


Figura 2: Carta del POEGT UABS.

Conforme a la carta de Uso de Suelo y Vegetación elaborada con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el sitio donde se encuentra la Planta Lavapant lugar donde se establecerá el Sistema de Descompresión de Gas Natural y la Unidad de Control y Reducción RCU 500, se encuentra en un Área Urbana, por lo tanto cuenta con el Dictamen de Usos y Destinos emitido por la Dirección de Planeación Urbana del Municipio de Tehuacán, Puebla, para la actividad que se desarrolla actualmente en sitio

El sistema de Descompresión de Gas Natural está elaborado mediante las Normas Oficiales Mexicanas tanto de la Comisión Reguladora de Energía como de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente.

Ley de Hidrocarburos

Artículo 95.- La industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA S.A.P.I. de C.V. debe apegarse a las normas, leyes y Reglamentos que determinan los órganos reguladores, como es el caso de la Comisión Reguladora de Energía, la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente, entre otras.

Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Artículo 1.- la Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

- I. La seguridad Industrial y Seguridad Operativa.
- II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones.
- III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

Vinculación con el proyecto. - El desarrollo del proyecto se apega a las disposiciones marcadas por la citada Agencia, principalmente para llevar a cabo las actividades de protección

al ambiente y disminuir la consecuencia de los impactos ambientales que se generen con la operación del Sistema de Reducción de Presión.

Artículo 3

XI. Para Sector Hidrocarburo o Sector abarca la siguiente actividad:

I. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos.

Vinculación con el proyecto. - El presente proyecto al manejar Gas Natural se considera parte del Sector Hidrocarburos.

Artículo 5.- entre sus atribuciones, la agencia tiene lo siguiente:

XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en material, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I. de C.V. presenta simultáneamente el Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para la preparación, construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500. Además, el desarrollo del proyecto se apegará a las disposiciones marcadas por la citada Agencia, principalmente para llevar a cabo las actividades de protección al ambiente y disminuir la consecuencia de los impactos ambientales que se generen con la preparación, construcción y operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500.

Artículo 7.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5º, serán los siguientes:

I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos: instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes

mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I. de C.V. presenta simultáneamente el Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para la preparación, construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500. Además, el desarrollo del proyecto se apegará a las disposiciones marcadas por la citada Agencia, principalmente para llevar a cabo las actividades de protección al ambiente y disminuir la consecuencia de los impactos ambientales que se generen con la preparación, construcción y operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Vinculación con el proyecto. - El presente proyecto se deberá enfocar a la protección del medio ambiente para que su implementación y operación no generen impactos severos a los diversos factores ambientales y que su funcionamiento sea viable y que los impactos que se generen puedan ser reducidos o mitigados.

Artículo 5.- Son facultades de la Federación:

- II. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y en su caso, la expedición de las autoridades correspondientes

Vinculación con el proyecto. - Es por este motivo que el presente estudio se ingresa a la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente para su evaluación y Resolución.

Artículo 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades.
- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente.

Vinculación con el proyecto. – El presente Estudio de Riesgo se entrega simultáneamente con el Manifestación de Impacto Ambiental Particular Incluye Actividad Altamente Riesgosa para su evaluación y Resolución, por tratarse de un proyecto que maneja una cantidad de reporte mayor a 500 Kg de gas natural mediante la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, siendo importante mencionar que esta es una actividad anexa a la planta Lavapant la cual cuenta con un cuenta con el uso de suelo para el desarrollo de estas actividades.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo 5º.- quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

a) Actividades del Sector Hidrocarburos:

- IX. Construcción y operación de instalaciones para la producción, transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos.

Artículo 29.- La realización de la obras o actividades a que se refiere el artículo 5º del presente reglamento requerirán la presentación de un informe preventivo, cuando;

- Existan normas oficiales mexicana u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que las obras o actividades puedan producir.
- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en el.

Vinculación con el proyecto. - El presente Estudio de Riesgo se entrega simultáneamente con el Manifestación de Impacto Ambiental Particular Incluye Actividad Altamente Riesgosa para su evaluación y Resolución, por tratarse de un proyecto que manejará una cantidad de reporte mayor a 500 Kg de gas natural mediante la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, siendo importante mencionar que esta es una actividad anexa a la planta Lavapant la cual cuanta con el uso de suelo para el desarrollo de estas actividades.

Artículo 55.- la Secretaría, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o, en su caso, por conducto de la Agencia, en el ámbito de sus respectivas, realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, así como de las que deriven del mismo, e impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes.

Para efectos de lo anterior, la Secretaría, por conducto de las unidades administrativas señaladas en el párrafo anterior, según sea el caso, podrá requerir a las personas sujetas a los actos de inspección y vigilancia, la presentación de información y documentación relativa al cumplimiento de las disposiciones anteriormente referidas.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V., estará sujeta a revisiones por parte de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente, para asegurar el cumplimiento de las disposiciones marcadas por las normas, leyes y reglamentos y por lo tanto la empresa involucrada deberá dar cumplimiento a dichas disposiciones.

Artículo 59.- cuando el responsable de una obra o actividad autorizada en materia de impacto ambiental, incumpla con las condiciones previstas en la autorización y se den los casos del artículo 170 de la Ley, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o, en su caso, la Agencia, en el ámbito de sus expectativas competencias, ordenarán la imposición de las medidas de seguridad que correspondan, independientemente de las medidas correctivas y las sanciones que corresponda aplicar.

Vinculación con el proyecto. - En caso de que la empresa incumpla con las disposiciones marcadas por las dependencias correspondientes serán acreedores a sanciones, las cuales serán establecidas por las propias instituciones, dependiendo de la gravedad del incumplimiento.

Artículo 65.- Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociadas y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Agencia o ante las autoridades correspondientes todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales, o contravengan las disposiciones jurídicas en esta materia y se relacionen con las obras o actividades mencionadas en el artículo 28 de la Ley y en el presente Reglamento. Las denuncias que se presentaren serán substanciadas de conformidad con lo previsto en el Capítulo VII del Título Sexto de la Ley.

Vinculación con el proyecto. - En caso de que la empresa incumpla con las disposiciones marcadas por las dependencias correspondientes serán acreedores a sanciones, las cuales serán establecidas por las propias instituciones, dependiendo de la gravedad del incumplimiento. Los incumplimientos pueden ser denunciados por cualquier persona que detecte los daños generados al ambiente.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objetivo garantizar el derecho de toda personal al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Vinculación con el proyecto. - La Planta Lavapant, de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V, cuenta con la infraestructura necesaria para el almacenamiento y disposición de los residuos generados, por lo tanto, los residuos que se generen en el predio donde se encontrará el Sistema de Descompresión pueden ser dispuestos dentro de la misma empresa o ser retirados por parte del personal de la empresa Neomexicana.

Artículo 7.- Son facultades de la Federación:

- III. Expedir reglamentos, normas oficiales mexicana y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello acurra.
- IV. Expedir las normas oficiales mexicanas relativas al desempeño ambiental que deberá prevalecer en el manejo integral de residuos sólidos urbano y de manejo especial.
- V. Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios para determinar qué residuos estarán sujetos a planes de manejo, que incluyan los listados de éstos, y especifiquen los procedimientos a seguir en el establecimiento de dichos planes.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I de C.V. cuenta con el registro de generador de residuos peligrosos No. 14-ASEA-GRP-1165-2016, sin embargo, deberá almacenar los residuos peligrosos generados de acuerdo al plan de manejo de la Planta Lavapant, la cual, cuenta con la infraestructura necesaria para ello y con prestadores de servicios para su disposición final.

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.

Vinculación con el proyecto. - Se puede solicitar un convenio con el municipio para la recolección de los residuos sólidos urbanos o depositarlos en el contenedor más cercano, para que el servicio de recolección del municipio se encargue de su traslado.

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su preparación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Vinculación con el proyecto.- La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I de C.V. deberá llevar a cabo la clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos, y depositarlos en los botes o contenedores que se encuentran en las instalaciones de Planta Lavapant, siendo importante mencionar que los residuos que se generan en el sitio son en baja cantidad ya que no se tiene personal fijo en la instalación porque solo se hacen revisiones semanales, por lo tanto, también podrán ser depositados en el contenedor más cercano, para que el servicio de recolección del municipio se encargue de su traslado.

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

- I. Aceites lubricantes usados.
- V. Baterías eléctricas base de mercurio o de níquel – cadmio.
- VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I de C.V. cuenta con el registro de generador de residuos peligrosos No. 14-ASEA-GRP-1165-2016, sin embargo, deberá almacenar los residuos peligrosos generados de acuerdo al plan de manejo de la Planta Lavapant, la cual, cuenta con la infraestructura necesaria para ello y con prestadores de servicios para su disposición final.

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos como empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basados en la minimización de sus riesgos.

Vinculación con el proyecto. - La empresa NEOMEXICANA de GNC S.A.P.I de C.V. cuenta con el registro de generador de residuos peligrosos No. 14-ASEA-GRP-1165-2016, sin embargo, deberá almacenar los residuos peligrosos generados de acuerdo al plan de manejo de la Planta Lavapant, la cual, cuenta con la infraestructura necesaria para ello y con prestadores de servicios para su disposición final.

La revisión de las Normas, Leyes y Reglamentos, mostró que no existe contraposición, por lo que puede decirse que la realización de este proyecto contribuye con el desarrollo económico.

Al proyecto le aplican las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

Tabla 1. Normas aplicables al proyecto

Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos		
Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante la instalación se utilizará aceite, con lo que se podrán generar residuos peligrosos, ya sea sólidos impregnados o el propia aceite gastado, así como pintura y solventes, por lo que los residuos generados se deberán almacenar y se llevará a cabo su disposición final por medio de un prestador de servicios autorizado, siendo importante mencionar que la Planta Lavapant cuenta con la infraestructura necesaria para el

Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos		
Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		almacenamiento y con prestadores de servicios para su disposición final. Durante la operación de la nueva Unidad de Control y Reducción, la generación de residuos peligrosos será mínima, pudiéndose presentar durante el mantenimiento al equipo o instalaciones.
NOM-054-SEMARNAT-1994	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad de dos o más residuos considerados peligrosos	En las etapas de preparación, construcción de del sistema de descompresión de gas natural y RCU 500, se tendrá un manejo adecuado de los residuos que se pudieran generar, además de estos serán dispuestos por un proveedor para su correcto manejo.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición	Derivado de las obras de construcción, se generará ruido que en condiciones normales no se tiene, por este motivo, los trabajos se llevarán a cabo durante el día. Durante la operación no se presentarán actividades que generen niveles elevados de ruido.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Derivado de las obras de construcción, se generará ruido que en condiciones normales no se tiene, pero se considera que no sobrepase los límites máximos permisibles. Durante la operación no se presentaran actividades que generen niveles elevados de ruido, además que en los alrededores no se tiene la presencia de población afectable

Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos		
Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	Se proporcionará equipo de protección adecuado a las actividades que se lleven a cabo
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	El contratista que se encargue de la construcción del sistema de descompresión de gas natural y RCU 500 será el responsable de brindar mantenimiento a su maquinaria con la cual se pueden reducir las emisiones a la atmosfera.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotrices en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustibles	Debido a que los vehículos y maquinaria y demás equipos que se utilizarán en las etapas de preparación y construcción producen humos a la atmosfera, se supone un aumento de humos por una mala combustión de los vehículos que ocasionan opacidad a la atmosfera, que se pueden traducir en un riesgo por un aumento de bióxido de carbono. Con el propósito de estar dentro de los límites que indica la norma, el vehículo previo al inicio de la preparación y construcción se les deberá dar mantenimiento para asegurar que sus emisiones estén dentro de norma. Durante la operación, no se contará con vehículos por parte del propietario, ya que solo se suministrará el combustible a las personas que soliciten el servicio.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental – especies nativas de México de flora y Fauna Silvestre – categorías de	El sistema de descompresión de gas natural y RCU 500 de la empresa NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V., a instalarse en planta

Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos		
Norma	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	Lavapant cuenta con la autorización de uso de suelo favorable, cabe mencionar que en el predio no se encuentran especies de flora o fauna que estén dentro del listado de especie en riesgo.
NOM-117-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	Para cada una de las etapas de proyecto se cuenta con un plan de trabajo donde se contemplan todas actividades a realizar las afectaciones que se pudiera general el medio donde se instara el sistema de descompresión de gas natural y RCU 500, cabe mencionar que el presente estudio cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental en cual se contemplan medidas de mitigación y prevención de los impactos generados en el proyecto.

Con la construcción y operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, se tendrá una nueva fuente para suministro de combustible y una nueva oferta de empleos en el municipio de Tehuacán puebla.

Con lo mencionado anteriormente se puede constatar que no existe contraposición con los programas revisados para el desarrollo del proyecto de la Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en la planta Lavapant de la empresa, Lavapant de Tehuacán S.A de C.V , la cual se encuentra en la Avenida Miguel Hidalgo Pte. 23, Colonia San Lorenzo Teotiplico, C.P. 75855, Tehuacán, Puebla. Cabe mencionar que este proyecto será desarrollado utilizando como referencia 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”

En el **Anexo Legal** Se muestran los documentos legales de la empresa y las autorizaciones con las que cuenta la empresa para realizar sus actividades.

Ver en el **Anexo Técnico** la Vinculación con la NOM-010-ASEA-2016 ya que esta norma es el criterio normativo de Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.

En el **Anexo Técnico** Se muestra el Anexo fotográfico de las áreas de la instalación de RCU 500.

II.1. Proyecto

El proyecto consiste en las etapas de Instalación, Operación y Mantenimiento del Sistema de Descompresión de Gas Natural el cual incluye la Unidad de Control y Reducción RCU 500 de la empresa NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V., para la descompresión de gas natural en las instalaciones de la Planta Lavapant de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V. la

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

El plan de trabajo para llevar a cabo la Instalación del Sistema de Descompresión por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500, se contemplan 8 semanas contando las etapas de trabajos preliminares, obra mecánica, obra civil eléctrica, obra electromecánica y el inicio de operaciones, a continuación, se muestra el cronograma para la instalación.

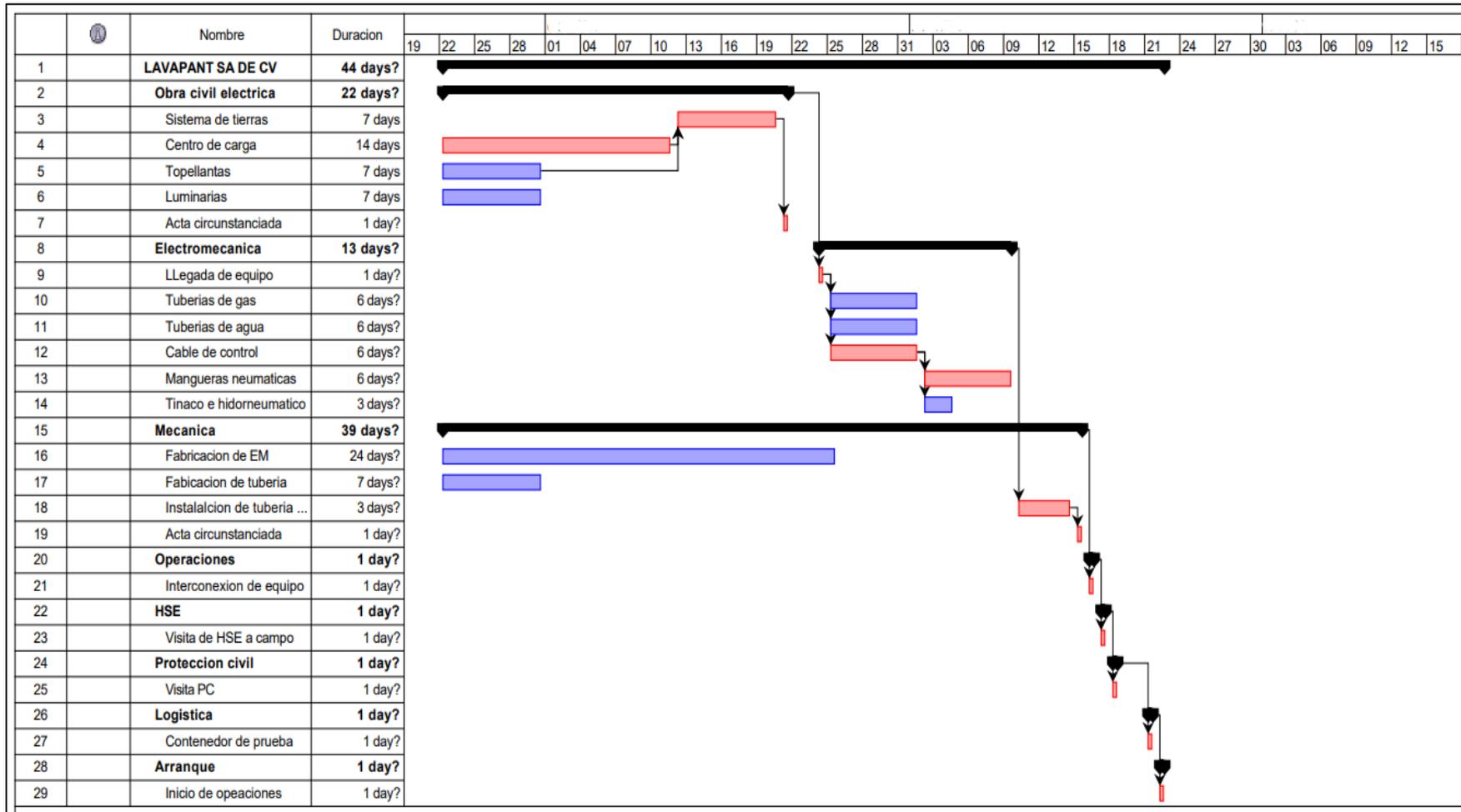


Figura 3. Cronograma de obra para la instalación de la RCU 500.

Debido a que actualmente no se cuenta con normatividad nacional que refiera la actividad de descompresión, las etapas antes descritas en todas sus fases serán acorde a las especificaciones y lineamientos aplicables en 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, ya que dicha norma engloba aspectos de diseño, operación y seguridad que podrán ser aplicables a este proyecto por manejar gas natural comprimido. La (ED) obtendrá el hidrocarburo de un contenedor fabricado para el manejo de este combustible.

El Sistema de Descompresión de Gas el cual consta de una Unidad de Control y Reducción de Gas Natural con un flujo de 500 m³/Hr se instalará dentro de las instalaciones de

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

El Sistema de Descompresión de Gas ocupará una superficie aproximada de 41.15 m², donde ya se incluye el sitio donde se estacionarán los remolques que transportan el Gas Natural Comprimido, donde se colocarán topellantas metálicas en forma de “U”, anclados al asfalto existente, y a su vez estarán aterrizados al sistema de tierras físicas.

La operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 no implicará un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existe ni existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descompresión de Gas Natural y su entrega a la red interna del usuario final, dentro de las instalaciones de la planta Lavapant.

El producto que se manejará en el Sistema de Descompresión es el Gas Natural y no sufrirá ninguna transformación, debido a que se realizarán únicamente operaciones de descompresión, por lo que no se generan en las instalaciones: productos, residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y agua en grandes cantidades, siendo este el principal atributo del proyecto. Este combustible, presenta las siguientes ventajas sobre otros combustibles, incluyendo el gas L.P.:

- Tiene combustión muy limpia, no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera, genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos y prácticamente no genera dióxido de azufre.
- Es seguro de transportar.
- Tiene una alta seguridad de operación, ya que al ser más ligero que el aire, se evita su concentración y reduce el riesgo de explosiones en fugas.
- Reduce costos de mantenimiento de los equipos de combustión.

Características generales

Tabla 2. Características Generales.

Capacidad total de almacenamiento (en Litros)	Cada semirremolque contiene 8,700 m ³ divididos en 12 cilindros					
Tipo de hidrocarburo (marcar con una "x" el que corresponda)	Gasolina	Diésel	Gas natural	X	Gas LP	

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

Por el momento no se tiene planeado crecimiento a futuro.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones

El Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 aun no se encuentra en etapa de instalación, por lo que no cuenta con una fecha de inicio de operaciones

II.1.3. Ubicación de la instalación

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

La localización en coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos del predio es:

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Equivalente a:

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Con una elevación de 1,681 m.s.n.m.

A continuación, se muestra la ubicación del área donde se establecerá el Sistema de Descompresión de Gas Natural y la Unidad de Control y Reducción RCU 500:

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

Figura 4. Carta de Ubicación 1:50,000.

A continuación, se muestran las coordenadas del área donde se establecerá el Sistema de Descompresión de Gas Natural y la Unidad de Control y Reducción RCU 500:



Figura 5. Coordenadas del área de descompresión

Tabla 4. Coordenadas del área de descompresión

Coordenadas 14Q		
Punto	X mE	Y mN
1		
2		
3		
4		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP



Figura 6. Coordenadas del área para semirremolque 1

Tabla 4. Coordenadas del área para semirremolque 1

Coordenadas 14Q		
Punto	X mE	Y mN
1		
2		
3		
4		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

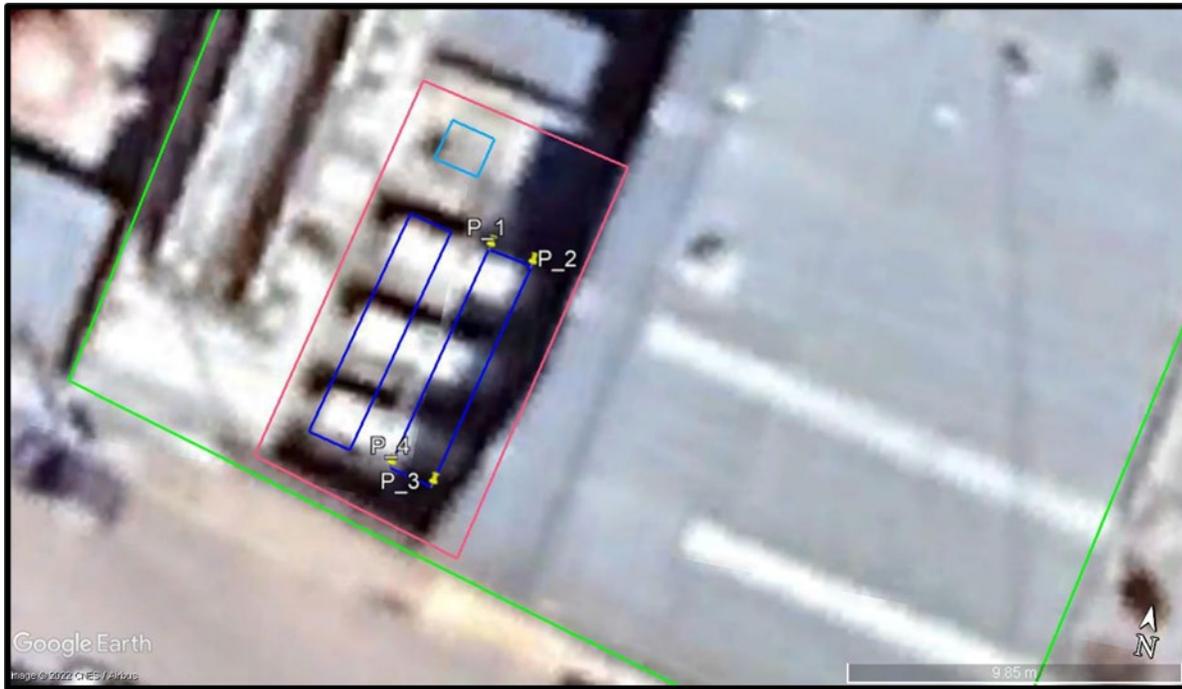


Figura 7. Coordenadas del área para semirremolque 2

Tabla 5. Coordenadas del área para semirremolque 2.

Coordenadas 14Q		
Punto	X mE	Y mN
1		
2		
3		
4		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

En el **Anexo Técnico** se puede consultar el Plano General del Proyecto de Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant.

Cabe señalar que la zona donde se instalará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 de la empresa NEOMEXICANA DE GNC S.A.P.I. DE C.V., se encuentra dentro de las instalaciones de la Planta Lavapant y el sitio donde se instalará el Sistema de Descompresión actualmente es parte de un patio, el cual este pavimentado. Y en sus alrededores predominan

bodegas comerciales y casas habitación, tal como puede verse en la Figura del Radio de afectación de 500 metros a la redonda. Así mismo se puede apreciar que únicamente se tiene una gasolinera a 146 m aproximadamente en dirección Sureste, así como una carretera de mediano flujo que corresponde a la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.

En un radio de afectación de 500 m de la Unidad de Control y Reducción RCU 500, se tiene las siguientes colindancias:

Tabla 6. Colindancias en un radio de afectación de 500 mts del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500

LINDERO	COLINDANCIA
Norte	Bodega Comercial
Sur	Bodega Comercial de almacenamiento Estafeta
Este	Casas habitación y Bodegas comerciales
Oeste	Casas habitación

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

Figura 8. Radio de afectación 500 mts

II.1.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de las actividades (m² o Ha)

El Sistema de Descompresión de Gas el cual consta de una Unidad de Control y Reducción de Gas Natural con un flujo de 500 m³/Hr se instalará dentro de las instalaciones de

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

El Sistema de Descompresión de Gas ocupará una superficie aproximada de 41.15 m², donde ya se incluye el sitio donde se estacionarán los remolques que transportan el Gas Natural Comprimido, donde se colocarán topellantas metálicos en forma de “U”, anclados al asfalto existente, y a su vez estarán aterrizados al sistema de tierras físicas.

Los accesos de la instalación de la Planta Lavapant de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C,V donde se encontrará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se localizan en el lindero sur en la Calle Francisco I. Madero



Figura 9. Accesos a la Unidad de Control y Reducción

El sistema de descompresión estará comprendido por una Unidad de Control y Reducción (RCU 500 LITE) la cual recibirá el Gas Natural transportado en dos contenedores cada uno con capacidades a una presión de 250 bar (25 MPA). Dentro de la RCU se cuenta con mesas de descarga, sin embargo, en la planta solo se tendrá un camión descargando y el segundo en espera, de ahí se transporta el gas comprimido en una Manguera flexible fija de 1" x 5 a 9 metros a la entrada de la descompresión y recorrerá un trayecto a través de un sistema de filtración, sistema de intercambio de calor y dos etapas de reducción, todo esto en el tren principal.

El objetivo de la Estación de Descompresión es reducir la presión del gas natural comprimido (GNC) proveniente de vehículos (contenedores) para alimentar las redes de distribución locales, que pueden ser establecimientos residenciales, comerciales e industriales.

La alimentación de la estación de descompresión será realizada a través de vehículos que transportan Gas Natural Comprimido hasta 250 bar. Estos vehículos son conectados al Sistema de Descompresión, el cual realizará la reducción de presión hasta 4 bar a partir de ese punto, el gas natural es transferido a la estación de medición del cliente.

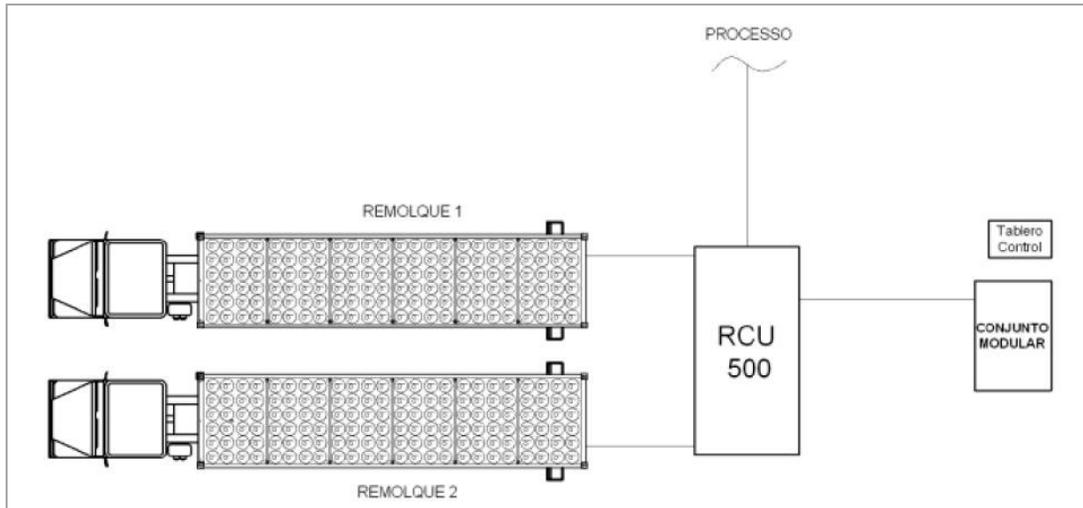


Figura 10. Diagrama Simplificado de la Estación de Descompresión RCU 500

La RCU posee los siguientes equipos de apoyo que garantizan el proceso de descompresión de Gas Natral Comprimido; mesas de descompresión integrada, sistema de calentamiento de agua y tablero de control:

- Mesas de Carga.
- Sistema de calentamiento de agua.
- Tableros de comando.
- Patios de carga.

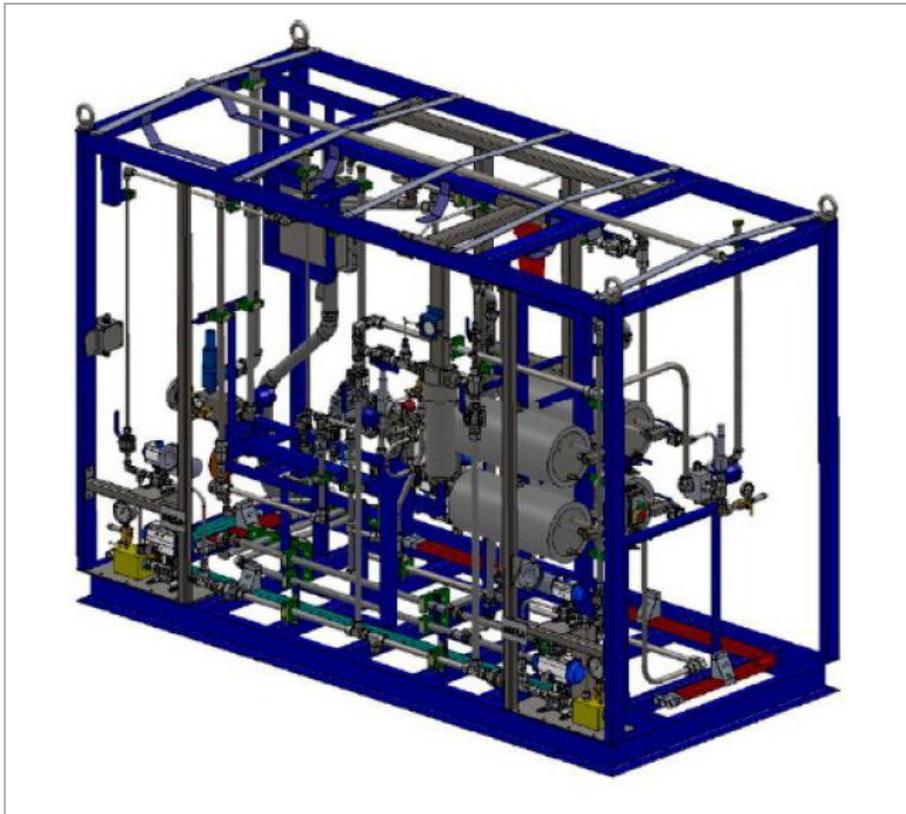


Figura 11. RCU 500

Etapas de Preparación del Sitio.

Para la etapa de preparación del sitio no se contempla la limpieza y nivelación del área donde se establecerá el Sistema de Descompresión de Gas Natural, así como la instalación de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 puesto que, ya se encuentra en un área dentro de la empresa Lavapant, la cual cuenta con pavimento y nivelación adecuada.

Actualmente en el predio ya cuenta con una superficie pavimentada, por lo que la instalación de la Unidad de Control se llevará en la misma zona, por lo que no se requerirá la remoción de vegetación y por lo tanto no se tendrá afectación a la cobertura vegetal. La superficie que corresponde al área de descompresión asciende a 41.15 m²,

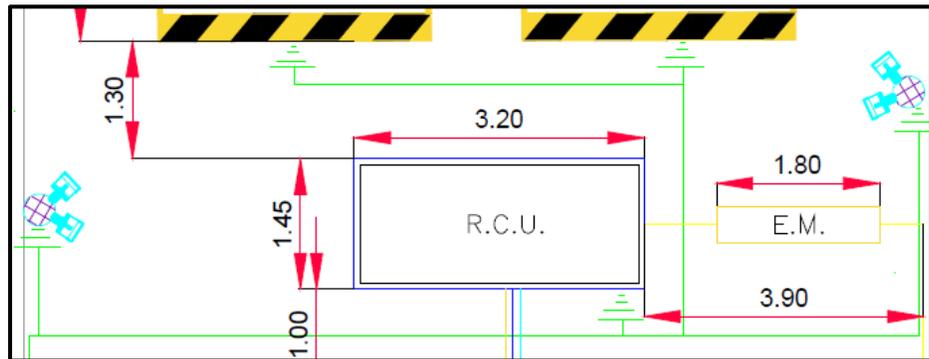


Figura 12. Medidas de la superficie a pavimentar y donde se instalarán los equipos

Etapas de Construcción.

El alcance de la obra civil es acondicionar el área para la ubicación de los equipos para la instalación de aprovechamiento de gas natural, la cual comprende:

- Topellantas
- Muro cortafuego

Topellantas

- ✓ Deberán ser metálicos en forma de "U"
- ✓ Preparado para el impacto de las llantas.
- ✓ Los topellantas deberán ser anclados al asfalto existente.
- ✓ Los topellantas deben ser pintados de color amarillo con negro
- ✓ Los topellantas deben ser aterrizados al sistema de tierras físicas
- ✓ Se debe dejar una barra de tierra física detrás de los topellantas para aterrizar los contenedores
- ✓ Se deben pintar rayas amarillas de 10cm de ancho por 11 metros de largo para cajoneras de los contenedores.

Muro Cortafuego

- ✓ Muro resistente al fuego por 4 horas

Obra eléctrica

El alcance de la obra eléctrica de la instalación de aprovechamiento de gas natural comprende lo siguiente:

- Red de sistemas de tierras
- Instalación de centro de carga (incluye punto de suministro eléctrico)
- Instalación de iluminación para intemperie con lámparas autodirigibles
- Sistemas de pararrayos.

El alcance también incluye la contratación de una unidad verificadora y dictamen de la instalación eléctrica.

- Red de sistema de tierras
 - ✓ El sistema de tierras debe de ser conforme a la NOM-001-SEDE-2012.
 - ✓ Todo el sistema de Tierras debe ser calculado por la empresa ejecutante de la obra, así como calibres y tipo de cable a utilizar
 - ✓ Hacer mediciones de resistencia de suelo (resistividad del medio - OHM) Factor de seguridad +2.0
 - ✓ Sistema de tierras único de malla cerrada con protección de sobretensión unido por soldaduras CADWELL
 - ✓ Factor de Utilización de 0.85
 - ✓ Todas las cercas perimetrales, equipos y puertas metálicas deben ser puestos a tierra.
 - ✓ Debe ser dejado disparos para hacer la conexión con la malla en todo su perímetro
 - ✓ Se debe dejar una barra de tierra en la parte posterior de los topellantas para aterrizar los contenedores.
- Centro de carga
 - ✓ Se debe instalar un centro de carga que cuente con un espacio para alojar un medio de desconexión principal y una sección para derivados.

- ✓ El centro de carga contará con los siguientes circuitos derivados
 - Alimentación de 127V 60 H, 5KW para tablero de control RCU 500
 - Alimentación para el sistema de iluminación con fotocelda para encendido automático.
 - Alimentación 127 V para hidroneumático
 - ✓ Estos circuitos deberán estar separados y cada uno contar con protección termomagnética individual (pastilla, tres en total), para protección contra sobrecarga y cortocircuito.
 - ✓ El gabinete debe ser para uso resistente al clima (NEMA Tipo 3).
 - ✓ Dentro del centro de carga debe llegar un punto de suministro eléctrico, el cual debe tener una potencia de 10 KW con tensión de operación de 220V, trifásico a 60 Hz y debe contar con:
 - 3 fases de 127V
 - Voltaje de Línea a Línea de 220V
 - Voltaje de Línea a Neutro de 127V
 - 1 neutro
 - 1 tierra
 - ✓ El centro de carga debe de contar con un interruptor principal trifásico con protección termomagnética para el punto de suministro eléctrico.
- Iluminación para intemperie.
- ✓ Sistema de alumbrado a base de luminarias tipo proyector aditivos metálicos.
 - ✓ Interconexión de tubería conduit y cableado desde el centro de carga a las luminarias montadas en poste.
 - ✓ Se deberá entregar un estudio de los lúmenes para el área de la descompresora de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008.
- Pararrayos
- ✓ El diseño e instalación del sistema de pararrayos, debe ser conforme a la Normatividad Mexicana NMX-J-549-ANCE-2005 y NOM-022-STPS-2015
 - ✓ Instalación y ubicación de un pararrayos para la estación de descompresión para protección de los equipos y de los contenedores.

A continuación, se mencionan los elementos de los que está compuesto la Unidad de Control y Reducción:

1. **Tableros de comando.** Todos los tableros eléctricos de la Unidad de Descompresión RCU se instalarán en un cuarto de tableros de comando a fin de contar con un control de distribución de la energía centralizado a las diversas áreas de trabajo.
2. **Patios de carga.** El patio de carga está proyectado para acceder y salir por la entrada principal de la Planta. En el camino interno se hará el tránsito para los camiones con contenedores de carga y su desplazamiento hacia la zona de descarga y su posterior salida por la Avenida.
3. Se contará con iluminación perimetral para las operaciones nocturnas.
4. **Estación de Medición.** La estación de medición se encontrará de forma externa y contará con un medidor tipo Turbina G100 de 3" ANSI 150.
5. El equipo de descompresión contará con las mesas de descarga integradas, para este equipo serán 2; cada una de ellas con conexión a 2 mangueras de 1" modelo 5CNG-16 que soportará hasta 5000 psi y conectores rápidos de la marca parker (HP-1002/1-16FP), siendo un máximo de 4 mangueras en total para este proyecto.

Instalación de la red de alta presión y red de baja presión.

➤ Red de alta presión.

- ✓ Las 2 mesas de descarga deben ser interconectadas a una sola línea de alta presión (250 bares) para alimentar la Unidad de Control y Reducción 500.
- ✓ Después de la interconexión de las 2 mesas es necesario instalar una válvula de Bola ANSI 1500. Tubería de acero cédula 160 para la prueba de hermeticidad de 375 Bar y bridas ANSI 1500.
- ✓ La contra brida Parker será proporcionada por Neomexicana pero será responsabilidad del contratista disponer del carrete a conversión de brida convencional.
- ✓ La tubería deberá encontrarse 10 cm sobre el nivel de piso terminado, por lo que deberá ajustar el carrete de brida Parker para asegurar estas dimensiones.

- ✓ Las mesas deben ser conectadas con mangueras neumáticas desde la Unidad de Control y Reducción 500 hacia las mesas de descarga.
 - ✓ Las mesas deben ser conectadas desde el tablero hasta las mesas por cable de datos para senseo de las válvulas.
 - ✓ Se debe instalar conduit tipo pesado para conexión de datos desde el tablero de la Unidad de Control y Reducción con las mesas de descarga.
- **Red de baja presión.**
- ✓ A la salida de la Unidad de Control y Reducción 500 se tiene que interconectar con la válvula de bola del cliente (20 bares) para alimentar la Unidad.
 - ✓ Tubería de acero cédula 40 para la prueba de hermeticidad de 30 Bar y bridas ANSI 150.

Soportes

- Se deberán instalar soportes para la tubería superficial respetando la NOM-010-ASEA-2016, NOM-002-SECRE-2010.
- La soportería no puede tener contacto metal con metal de la tubería, se deberá colocar espaciadores de neopreno.

Pruebas

- La prueba de hermeticidad debe realizarse a 30 Bar para la tubería de baja presión por un periodo de 24 horas, esto de acuerdo a la NOM-002-SECRE-2010, La prueba es acompañada por un graficador que se conecta a la red y recopila variables de presión – temperatura durante 24 horas mostrando si existe algún tipo de pérdida de presión. La prueba de hermeticidad se realizará hasta la entrada de la Estación de Medición.
- La prueba de hermeticidad debe realizarse a 375 Bar para la tubería de alta presión por un periodo de 24 horas, esto de acuerdo a la NOM-002-SECRE-2010, la prueba es acompañada por un graficador que conecta a la red y recopila variables de presión – temperatura durante 24 horas mostrando si existe algún tipo de pérdida de presión. La prueba se realizará hasta la conexión con la Unidad de Control y Reducción, prueba hidrostática.

- Antes de cualquier prueba se deberán hacer barridos como mínimo 5 o aún más si fuese necesario barridos a la red para eliminar escorias y humedad, con gas nitrógeno.
- El responsable de la construcción de la red deberá estar presente en las pruebas para corregir fugas en las conexiones de manómetros, válvulas, bridas o cualquier otro elemento en el que pudiese presentarse.

Instalación electro – mecánica de la Unidad de Control y Reducción 500.

La obra electromecánica es la instalación y fijación de los equipos de NEOmexicana, los cuales consta de la Unidad de Control y Reducción 500, Tablero de Control, Calentamiento Compresores, Tanques de Agua y 2 mesas, así como la interconexión de tanques de agua, calentamiento de agua y gas a la Unidad, la interconexión del tablero a la Unidad eléctrica y neumática y la interconexión de la estación de medición al tablero para envío de datos.

Instalación mecánica

- **Tubería de agua.**
 - ✓ 4 tubos de acero al carbón negro Schedule 80 de acuerdo con la ASME B 31.3. Extremos con rosca NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1. de 2" de diámetro.
 - ✓ La longitud de los tubos de aproximadamente 12.00 metros instalados sobre soporte, los extremos de la tubería deberán estar separada a 50 cm de la Unidad de Control y Reducción y del Módulo de Calentamiento para posteriormente conectar con tubería Flexible.
 - ✓ En los extremos de la tubería deberá contar con conexión con manguera flexible con espiga.
 - ✓ Revestimiento para aislamiento térmico en Polietileno Expandido para temperatura de 100°C montado en toda la longitud de la tubería de agua con la ayuda de abrazadera de nylon PA66 de 1" de diámetro.
 - ✓ La tubería se conectará en la parte posterior de la Unidad de Control y Reducción y la parte frontal del Módulo de Calentamiento.

- **Agua suavizada.**
 - ✓ El contratista deberá proporcionar el agua suavizada con etil glicol y anticorrosiva para el calentamiento, incluyendo los tanques de agua que deberán ser llenados de igual forma con agua suavizada y etil glicol.

- **Tubería de Gas.**
 - ✓ 1 tubo de acero al carbón negro Schedule 80 de acuerdo con ASME B 31.3. Extremos con rosca NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1 de 1" de diámetro.
 - ✓ La longitud del tubo es aproximadamente de 12.00 metros instalado sobre soporte, los extremos de la tubería deberán estar separados a 60 cm de la Unidad de Control y Reducción y del Módulo de Calentamiento para posteriormente conectar con tubería flexible.
 - ✓ En los extremos de la tubería deberá ser para conexión con manguera flexible, espiga y abrazadera.
 - ✓ La tubería se conectará en la parte posterior de la Unidad de Control y Reducción y la parte frontal del Módulo de Calentamiento y deberá ser pintada de amarillo con señalética.

- **Tubo Conduit para mangueras neumáticas (calentamiento – Unidad de Control y Reducción).**
 - ✓ Tubo conduit de 2 ½" de diámetro para protecciones de mangueras neumáticas.
 - ✓ La longitud del conduit es aproximadamente de 12.00 metros, 14 mangueras de conexión.

- **Tubo conduit para mangueras neumáticas de Unidad de Control y Reducción a mesa de descarga:**
 - ✓ Tubo conduit de 1" de diámetro para protecciones de mangueras neumáticas.
 - ✓ La longitud del conduit es aproximadamente de 12.00 metros, considerar conexiones T para disparos a mesas de descarga, 2 mangueras por mesas.

- **Mangueras neumáticas de calentamiento a Unidad de Control y Reducción.**
 - ✓ Certifíquese de que la red de alimentación esté desconectada y desligada antes de iniciar las conexiones neumáticas.

- ✓ 14 mangueras neumáticas de diámetro de 8 mm de aproximadamente 12 metros de largo.

- **Mangueras neumáticas a control.**
 - ✓ Certifíquese de que la red de alimentación esté desconectada y desligada antes de iniciar las conexiones neumáticas.
 - ✓ 2 Mangueras flexibles para aire comprimido en poliuretano a presión de trabajo de 8 bar de 10 mm aproximadamente 1 metro.

- **Mangueras neumáticas de control a calentamiento.**
 - ✓ Certifíquese de que la red de alimentación esté desconectada y desligada antes de iniciar las conexiones neumáticas.
 - ✓ 14 Mangueras Neumáticas de diámetro de 8 mm de aproximadamente 2 metros de largo.

- **Mangueras neumáticas de Unidad de Control y Reducción a mesas de descarga.**
 - ✓ Certifíquese de que la red de alimentación esté desconectada y desligada antes de iniciar las conexiones neumáticas.
 - ✓ 6 Mangueras Neumáticas de diámetro de 8 mm de aproximadamente 12 metros de largo.

- **Ducto para conexiones eléctricas a Unidad de Control y Reducción.**
 - ✓ Conduit metálico de acuerdo con ASTM A-197M en acero galvanizado roscado NPT de acuerdo con ASME B 1.20.1-SCD 40 a prueba de explosión 2" de diámetro.
 - ✓ La longitud ducto metálico es aproximadamente 12.00 metros más el codo o curva, este debe quedar a 30 cm de la Unidad de Control y Reducción y del tablero para posteriormente conectarse con tubería flexible metálica a prueba de explosión.

- **Soportes para tubería.**
 - ✓ Soportes unicanal para instalación de las tuberías de 10 cm de altura a nivel de piso terminado.
 - ✓ La distancia entre soportes no debe exceder 2.4 metros, esto de acuerdo a la NOM-002-SECRE-2010.
 - ✓ Debe ser pintado de color amarillo tráfico.

- **Paso de gato.**
 - ✓ Construcción e instalación de 1 paso de gato para protección de la tubería.
 - ✓ La altura máxima o peralte del paso de gato no debe de exceder los 23 cm del nivel de piso terminado a la parte superior de la protección por lo que se debe de considerar la altura del soporte para la tubería y la tubería que se debe instalar con el revestimiento térmico, esto de acuerdo con la NOM-001-STPS-2008.
 - ✓ Debe ser pintado de color amarillo tráfico.
 - ✓ Dimensiones de acuerdo a requerimiento en campo.

- **Conexión tablero de control a estación de medición.**
 - ✓ Cable control 3 X 16 AWG.
 - ✓ Conduit metálico de ½ con sello a la salida de la Unidad de Control y Reducción.

- **Ducto para conexión de datos a mesa de descarga – Tablero de control.**
 - ✓ Conduit metálico de acuerdo con ASTM A-197M en acero galvanizado roscado a nivel de piso terminado de acuerdo con ASME B 1.20.1 – Schedule 40 a prueba de explosión de 1” de diámetro con longitud aproximada de 25.00 metros.
 - ✓ Debe ser fijado al concreto.
 - ✓ Manguera a prueba de explosión para interconectar.
 - ✓ No se debe utilizar el mismo conducto de alimentación de la Unidad de Control y Reducción para pasar cualquier otro tipo de alimentación de energía necesaria en el equipo, cada tipo de energía y/o fuerza necesaria debe tener contactos.

➤ **Sistema de tierra.**

- ✓ El sistema de tierras debe de ser conforme a la NOM-001-SEDE-2012.
- ✓ Se debe de interconectar al sistema de tierras en la estación de descompresión de la Planta Lavapant.

➤ **UPS.**

- ✓ Instalación y suministro de UPS de 1000 VA potencia de 600 W para una carga promedio de 300 W, este debe de ser instalado en el tablero de control del equipo de Unidad de Control y Reducción, incluyendo tubería de gas, agua, eléctrico y sistema de tierras.

II.1.5. Características de equipos principales del proyecto

➤ Unidad de Control y Reducción RCU 500

Descripción	Unidad de Control y Reducción RCU 500					
Clave o identificación (TAG)	RCU 500	Código de diseño		ND		
Materiales de construcción	La RCU está construida en tubo de acero estructural, perfil y enchapado en acero. El cierre lateral es compuesto de sider, facilitando la ventilación en el interior de la máquina.	Capacidad	500 M ³ /Hra	Ubicación	Se tiene montado sobre bases de concreto de tal forma que pueda desarrollar libremente las actividades de descompresión.	
Dimensiones	La superficie que ocupará el Sistema de Descompresión de Gas Natural corresponde aproximadamente a 41.15 m ² .	Año de fabricación	ND	Tiempo de vida útil	La Revisión de las válvulas y dispositivos de seguridad de la Unidad de Reducción y Control RCU 500 y que sean reemplazadas cada 10 años durante los mantenimientos que se les realice por parte del proveedor y cada 5 años se les realice una revisión por algún medio no	

				destrutivo para verificar la integridad de los mismos.
Sustancia Manejada	Gas natural	Estado físico de la sustancia manejada	Gas comprimido	
Presión de entrada	250 - 15 bar			
Presión de salida	4 - 10 bar			
Flujo	500 m ³ /h			
Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención				
Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.				

La Unidad de Control y Reducción RCU 500, contará con las siguientes características:

Características.- La RCU (Reduction and Control Unit) es un equipo industrial que reduce presión y controla el proveimiento de GNC (Gas Natural Comprimido) a una dada presión ajustada en el equipo. El conjunto está compuesto por la RCU (con 02 mesas de descarga integradas en el equipo), tablero de control y un skid con unidad de calentamiento y aire comprimido. Este conjunto forma un sistema modular para uso sin edificación.

Estructura: La RCU está construida en tubo de acero estructural, perfil y enchapado en acero. El cierre lateral es compuesto de sider, facilitando la ventilación en el interior de la máquina.

Tratamiento Superficial: La superficie de la estructura es tratada con chorro de granalla, proporcionando una excelente base y una perfecta adherencia de la tinta y sumada al primer, la tinta de acabado forma una pintura de alto rendimiento.

Sistema de seguridad: El equipo posee dos sistemas de seguridad, siendo uno vía software que monitorea el equipo permanentemente e identifica cualquier desvío en el proceso. El otro sistema es mecánico, compuesto por válvulas de alivio de presión en cada fase del sistema y en el punto de ingreso de gas en la RCU. El equipo también dispone de sensores de detección de fugas de gas.

Sistema de control: El equipo posee un sistema de control a través de un controlador lógico programable (PLC), este controlador monitorea los transmisores por todo el proceso, realizando ajustes y control en el proveimiento de gas.

Sistema de Calentamiento: La RCU posee un sistema de calentamiento por intercambiador de calor del tipo de casco-tubo, usando agua como fluido de cambio. Su unidad de calentamiento hace que el calentamiento del agua circule por los intercambiadores de calor. El combustible usado para el calentamiento es el propio Gas Natural Comprimido.

Sistema de Reducción de Presión: La reducción de presión es hecha en dos fases, siendo una de alta y la otra de baja presión. Antes de cada reducción, el Gas Natural Comprimido es calentado para evitar el congelamiento de las válvulas. Tanto la primera como la segunda fase poseen una línea principal y otra de backup, y que la línea de backup posee capacidad para proveer a flujo nominal de la máquina. Esa línea es activada automáticamente en caso que suceda falla de la línea principal.

A continuación, se muestran las dimensiones de la Unidad de Control y Reducción RCU 500:

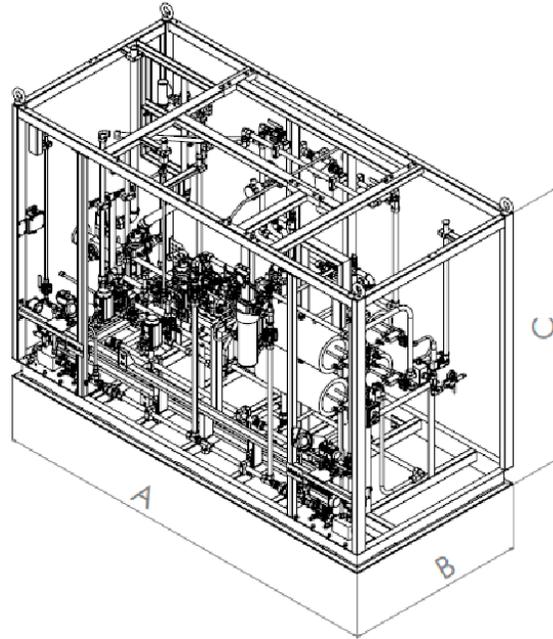


Figura 13. Dimensiones de la RCU 500 Lite.

Tabla 7. Dimensiones del equipo RCU 500 Lite

Modelo	A (m)	B (m)	C (m)	Peso (Kg)
RCU 500 Lite	3.2	1.45	2.3	1,650

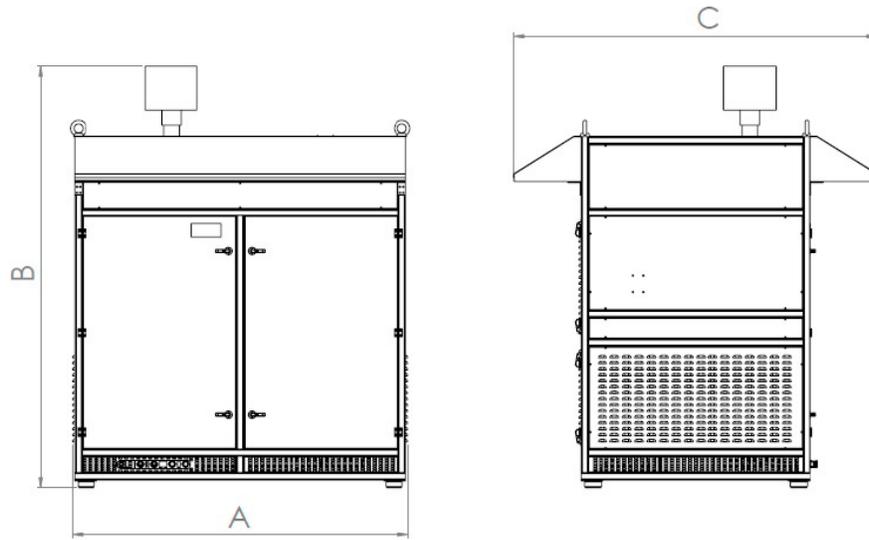


Figura 14. Dimensiones de calentamiento/compresor de aire/Tablero de control.

Tabla 8. Dimensiones de calentamiento/compresor de aire/Tablero de control.

Modelo	A (m)	B (m)	C (m)	Peso (Kg)	Bombas	Vaso de expansión	Calentador	Compresor	Consumo GN (m ³ /h)
RCU 500 Lite	1.97	2.41	2.37	1260	2	1	1	1	5.34

Tabla 9. Características de la Unidad de Reducción y Control.

Modelo	RCU 500 Lite
Flujo	500 m ³ /Hr
Presión de entrada	250 – 15 Bar
Presión de salida	4 – 10 Bar
Fases de reducción de la presión	2
Líneas de Back-up	0
Alimentación neumática	6 – 8 Bar
Consuma de aire	13 litros
Voltaje	220 VCA
Frecuencia	60 Hz
Consumo eléctrico	3.7 kWh

Consumo eléctrico	4.35 KVA
Tablas de descompresión	2
Mangueras para gas	2
Filtro de alta presión	1
Filtro de baja presión	1

II.1.6. Características de equipos auxiliares del proyecto

Salvaguardas principales.

Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.

En la entrada de la descompresora se contará con válvulas solenoides (SV) que bloquearan la entrada de gas a la descompresora cuando se accione las botoneras de paro por emergencia y/o por alta concentración de gas.

En la etapa de regulación se contará con protecciones redundantes lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se abrirá la válvula de alivio de presión (PSV), después se disparará el corte por sobrepresión o baja presión (ANV) sólo en la línea donde presente el problema. La segunda etapa de regulación también estará equipada con válvulas de corte y válvula de alivio de presión.

Adicionalmente se contará 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.

El Sistema de Seguridad de la Estación de Descompresión de gas natural, contará con los siguientes elementos principales:

- 2 - Válvulas solenoides en la entrada de gas

- 1 - Regulador de presión primera etapa.
- 1 - Válvulas de corte por alta presión primera etapa
- 1 - Válvulas de corte por baja presión primera etapa.
- 1 - Reguladores de presión segunda etapa.
- 1 - Válvulas de corte por alta presión segunda etapa
- 1 - Válvulas de corte por baja presión segunda etapa
- 3 - Válvulas de seguridad o alivio de descarga lateral.
- 2 - Transmisores de nivel de explosividad (LEL) Infrarrojos.
- 3 - Botoneras de paro por emergencia

La descarga de los contenedores será conectada a la Descompresora por medio de mangueras flexibles. La entrada de gas de la descompresora contará con válvulas solenoides (SV-01/02) las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia y/o los transmisores que detectan alta concentración de gas.

Posteriormente se contará con una válvula de alivio PSV 01, con una presión ajustable a 275 bar, con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión.

La primera etapa de regulación es una línea simple que consta de una válvula reguladora (RV-01) y dos válvulas de corte (una por alta presión y una por baja presión ANV), esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido).

En la salida de la primera etapa de regulación se encontrará ubicada la válvula de alivio PSV-02, con una presión de ajuste de 110 bar. Para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea.

La segunda etapa de regulación es una línea simple que consta de una válvula reguladora (RV-03) y dos válvulas de corte (una por alta presión y una por baja presión ANV), esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión, contará con doble actuador neumático (equipada con indicador de estado operativo de la válvula y botón de seguridad de cierre rápido).

En la salida de la segunda etapa de regulación se encontrará ubicada la válvula de alivio PSV-03, con una presión de ajuste de 10 bar. Para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea.

Posteriormente se conectará la salida de la RCU a la red interna de Gas natural del cliente.

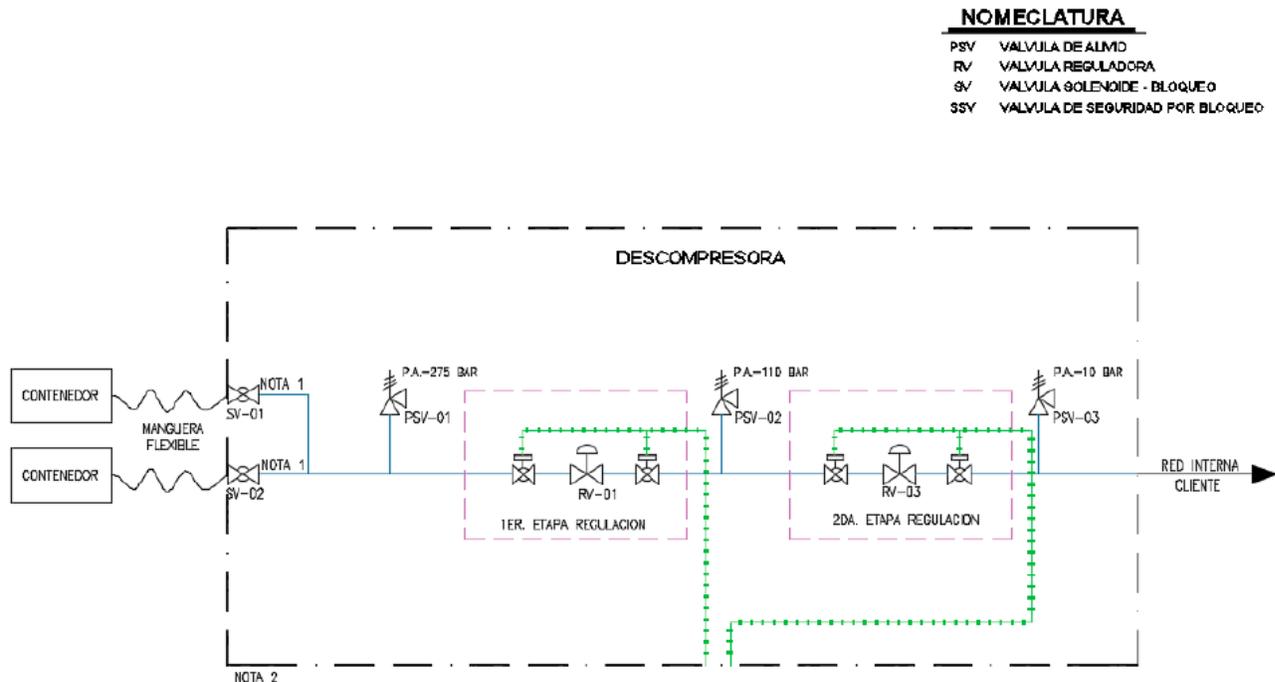


Figura 15. Presión de apertura (operación) de las válvulas de alivio de la RCU.

Las funciones principales de la estación de medición son las siguientes:

- Acondicionamiento del gas mediante línea simple de filtración contando con Filtro Seco 90° ANSI 150 Los filtros tienen una efectividad de 99.5% de retención en partículas sólidas mayores o iguales a 2 micras, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.
- Medición del caudal del gas de manera precisa para fines de facturación Empleando para ello un Medidor Tipo Turbina G100 de 3" DN ANSI 150 transmisor de baja frecuencia integrado al contador mecánico en m³.

La estación de medición operará con los siguientes parámetros:

Tabla 10. Características de la estación de medición.

Fluido	Gas Natural
Diseño	Toda la estación será 150 ANSI
Flujo m ³ /Hr	Inicial 70
	Promedio 200
	Máximo 500
Temperatura del gas	30°C
Temperatura de operación	21°C
Presión de entrada	4.0 – 10 bar
Presión de operación	4 bar
Presión de trabajo	4.0 – 10 bar

Además, la Estación de Medición de Gas Natural contará con los siguientes elementos:

- Filtro seco 90° ANSI 150. Los filtros tienen una efectividad de 99.5% de retención en partículas sólidas mayores o iguales a 2 micras.
- Válvula de esfera paso completo de 2" DN ANSI 150.
- Manómetros, válvulas de aguja, válvulas de bola para purga, juntas flexitallic, conexiones inoxidable y espárragos.
- Medidor tipo turbina G100 de 3" DN ANSI 150 transmisor de pulsos de baja frecuencia integrado al contador mecánico en m³.
- Electrocorrector de flujo marca Eagle Research con las siguientes características: Standard volume corrector Wall mount Hoffman, fiberglass enclosure 10" x 8" quick release hasp, external LCD with magnetic scroll switch – pressure Xducer, PSIA (0-100), 6' Temperature probe with ½" NPTM thermal well adaptor fitting Internal, modem GPRS Witech WT-GP2 V2.
- Tubería conexiones soldables y bridas

El gas natural entrará a la estación de medición por medio de la tubería de entrada de 2" de diámetro, el gas puede fluir hacia el tren de filtración, o por el bypass de filtración cuando por alguna circunstancia se requiera sacar de operación el filtro como puede ser una operación de reemplazo del elemento filtrante.

Para lograr la filtración adecuada para la operación de los equipos sensibles como el medidor tipo turbina, el Filtro Seco 90° ANSI 150, utilizará cartuchos reutilizables de alta eficiencia, con una efectividad de 99.5% de retención en partículas sólidas mayores o iguales a 2 micras. Con el paso del tiempo y el aumento de impurezas retenidas, el cartucho se saturará y la caída de presión comenzará a incrementarse paulatinamente hasta alcanzar la máxima presión diferencial recomendada por el fabricante de 5 psi, lo cual es un indicativo de que se debe reemplazar el cartucho lo cual se realizará empleando el bypass. Se contará también con un manómetro de presión diferencial en el filtro marca Mid-West modelo 120 Filter Minder con rango de 0 - 10 psi el cual permitirá monitorear las condiciones de operación del filtro seco.

Como ya se hizo mención, para dar mantenimiento al filtro seco, se manipulará la válvula de 2" de diámetro para comenzar a operar con el Bypass, a fin de dejarlo fuera de operación para su revisión y/o mantenimiento. El filtro estará provisto de un mecanismo de cierre y apertura de birlos y tuercas de fácil acceso y operación, esto con la finalidad de expeditar el proceso de recambio de elemento filtrante, evitando pasar gas sin filtrar por la línea de derivación o bypass el menor tiempo posible.

Después del filtro se encontrará el Medidor tipo turbina G100 de 3" DN ANSI 150 transmisor de baja frecuencia integrado al contador mecánico en m³, para realizar su mantenimiento y/o revisión se operará el Bypass el cual suministrará el flujo a la salida de la estación de medición e interrumpe el mismo hacia la filtración y medición, permitiendo realizar las maniobras para el mantenimiento.

Las señales de pulsos del volumen mecánico medido, el censo de presión y de temperatura RTD llegarán a un computador electrónico de flujo marca Eagle Research modelo XARTU/1B. Este último calculará el flujo de gas natural que esté pasando por la estación de medición y por medio de un sistema de comunicación vía modem celular GPRS se enlazará al sistema TALON para su facturación, obtención de registros históricos de medición y monitoreo de las variables de operación. El computador electrónico de flujo contará con un módulo de expansión XA/ESP el cual mediante el protocolo de comunicación MODBUS entregará los valores al PLC del sistema de descompresión y este a su vez al sistema de telemetría.

El computador de Flujo Eagle Research Corporation utiliza un inteligente, compacto y confiable microprocesador industrial controlado por computador diseñado para la adquisición de datos en tiempo real y el control de otras aplicaciones. Puede ejecutar diversos procesos como funciones matemáticas complejas, control de algoritmos, etc.

La flexibilidad, expansibilidad, y confiabilidad son los factores principales de la Filosofía del diseño de una XARTU/1. Es un sistema balanceado, con memoria flexible, entradas/salidas, energía, y esquemas de comunicación HEXASCII, MODBUS, MODBUS PEMEX y otros protocolos. Está diseñado para la tolerancia a los ambientes difíciles. Su temperatura operativa puede estar dentro de un rango de -40 C a 70 C (-40 F a 158 F), el XARTU/1 estará protegido por un gabinete de fibra de vidrio NEMA 4X. Clase 1 Div. 2 y mediante el uso de barreras de seguridad intrínsecas en clasificación de zona Clase 1 Div. 1 Estas características permitirán a la RTU eliminar cualquier acondicionamiento de señales. La XARTU/1 se alimentará por una entrada de voltaje de 7-30 VDC, utiliza un diseño CMOS de bajo consumo de energía.

El Computador electrónico de flujo contará con una fuente de poder provista por un panel solar de 20W, una tarjeta controladora de carga y una batería de 12Volt 26AmpHr.

La configuración del XARTU/1 consta de un puerto MODEM, dos puertos seriales, seis entradas análogas, y cinco líneas digitales de entrada y salida multipropósito. En caso de requerirse, la XARTU/1 puede ser expandida a seis puertos seriales y ocho salidas análogas.

La interfaz consta de un display de cristal líquido de 32 caracteres.

La XARTU/1 calcula el volumen corregido de gas natural usando AGA-7, y reportes NX-19, así mismo cumple el estándar de medición API 21.1 "Medición Electrónica de Hidrocarburos en fase gaseosa" así como con la norma de referencia NRF 083 Pemex -2004.

Aguas abajo de la Filtración, Medición, Regulación y Bypass, en dónde termina la estación, se tiene una válvula de aislamiento general hacia la red de aprovechamiento de 2" DN 150 ANSI.

Capítulo III. Descripción del Proceso

III.1. Criterios de diseño de la instalación

Debido a que actualmente no se cuenta con normatividad nacional que refiera la actividad de descompresión, las etapas antes descritas en todas sus fases serán acorde a las especificaciones y lineamientos aplicables en 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, ya que dicha norma engloba aspectos de diseño, operación y seguridad que podrán ser aplicables a este proyecto por manejar gas natural comprimido. La (ED) obtendrá el hidrocarburo de un semirremolque adaptado para el manejo de este combustible.

La instalación de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 se llevará a cabo dentro de las instalaciones de la Planta Lavapant siendo así que la operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 no implicará un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existe ni existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descompresión de Gas Natural y su entrega a la red interna del usuario final, dentro de las instalaciones de la planta Lavapant.

El producto que se manejará en el Sistema de Descompresión es el Gas Natural y no sufrirá ninguna transformación, debido a que se realizarán únicamente operaciones de descompresión, por lo que no se generan en las instalaciones: productos, residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y agua en grandes cantidades, siendo este el principal atributo del proyecto. Este combustible, presenta las siguientes ventajas sobre otros combustibles, incluyendo el gas L.P.:

- Tiene combustión muy limpia, no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera, genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos y prácticamente no genera dióxido de azufre.
- Es seguro de transportar.
- Tiene una alta seguridad de operación, ya que al ser más ligero que el aire, se evita su concentración y reduce el riesgo de explosiones en fugas.
- Reduce costos de mantenimiento de los equipos de combustión.

Características generales

Capacidad total de almacenamiento (en Litros)	Cada semirremolque contiene 8,700 m ³ divididos en 12 cilindros					
Tipo de hidrocarburo (marcar con una "x" el que corresponda)	Gasolina		Diésel		Gas natural	X Gas LP

Ver en el **Anexo técnico** la vinculación con la NOM-010-ASEA-2016

III.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal, secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo

La operación de la estación de descompresión no implica un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existe un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descarga y descompresión del gas natural y su posterior distribución a las empresas del parque industrial

La única materia que se maneja es el Gas Natural y no sufre ninguna transformación química. Debido a que solo se realizan operaciones de transvase únicamente, no se generan productos ni subproductos.

De manera general, la etapa de operación consiste en el funcionamiento de la Unidad de Control y Reducción, la cual se utiliza para la descompresión del Gas Natural que alimenta a los equipos de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V.

La sección en la descompresión está comprendida por una Unidad de Control y Reducción (RCU 500 Lite), la cual recibirá Gas Natural transportado en dos contenedores cada uno con capacidades a una presión de 250 bar (25 MPa). Dentro de la RCU se contará con mesas de descarga, sin embargo, en la planta solo se tendrá un camión descargando y el segundo en espera, de ahí se transportará el gas comprimido en una Manguera flexible fija de 1" x 5 a 9 metros, a la entrada de la Descompresión y recorrerá un trayecto a través de un sistema de filtración, sistema de intercambio de calor y dos etapas de reducción, todo esto en el tren principal.

El objetivo de la Estación de Descompresión es reducir la presión del Gas Natural Comprimido proveniente de vehículos (contenedores) para alimentar las redes de distribución locales.

La Unidad de Control y Reducción posee los siguientes equipos que garantizan el proceso de descompresión de Gas Natural Comprimido:

- Mesas de descompresión
- Sistema de calentamiento de agua
- Tablero de control y compresores de aire
- Válvulas de reducción de presión.

La alimentación de la estación de descompresión es realizada a través de vehículos que transportan el Gas Natural Comprimido hasta 250 bar. Estos vehículos son conectados al Sistema de Descompresión, el cual realiza la reducción de presión hasta una presión mínima de 4 bar y a partir de ese punto, el gas natural es transferido a la estación de medición del cliente.

El proceso de suministro de gas se inicia cuando un contenedor es conectado en una mesa de descompresión. Siempre habrá una mesa de descompresión en operación y otra en modo stand-by. El rango de presión de trabajo que los contenedores operan es de 250 bar hasta 15 bar. Cuando la presión de un contenedor está debajo de 15 bar, el sistema cambia automáticamente para el otro contenedor (completamente lleno). De esta manera, el

suministro de gas nunca es interrumpido y hay un aprovechamiento máximo. Si sólo hay un contenedor conectado, el sistema solamente abrirá su respectiva mesa de descompresión.

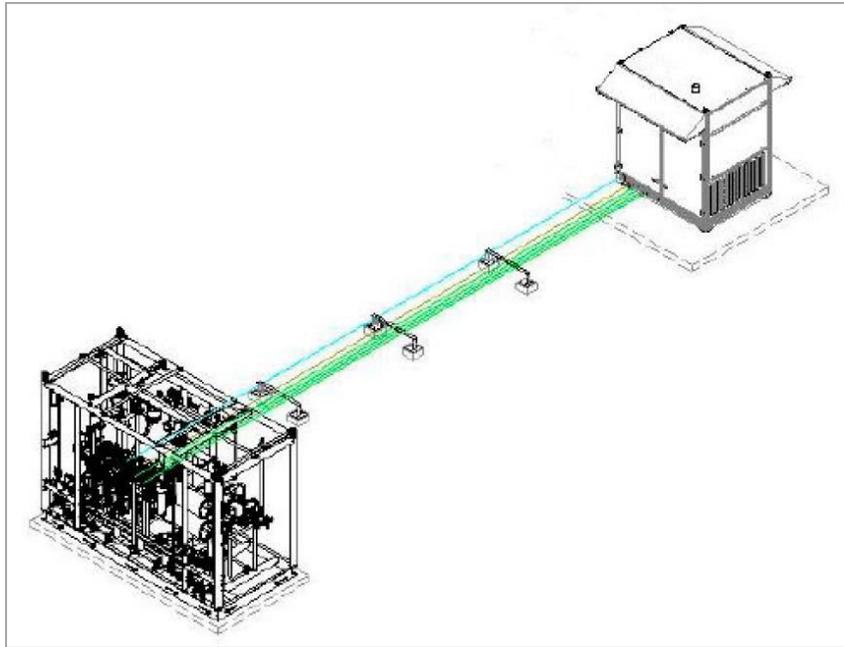


Figura 16. Estación de Descompresión RCU 500 Lite.

Después de la mesa de descompresión, el gas pasa por el filtro interno de la RCU, donde las partículas sólidas son separadas.

Dentro de la Unidad de Control y Reducción existen dos etapas de reducción de presión. En la primera, la reducción de presión es desde los 250 bar hasta 90 bar. En la segunda, la reducción es desde los 90 bar hasta un mínimo de 4 bar. La presión de salida de la segunda etapa corresponde a la presión requerida por el proceso y aplicación del cliente.

Cuando la presión de entrada en la primera etapa de reducción está debajo de 90 bar, el flujo de gas pasa directamente para la segunda etapa de reducción (by-pass). En cada una de las etapas de reducción hay una línea de apoyo (backup), para garantizar la entrega del gas si hay alguna falla.

Cuando la reducción de presión ocurre (tanto en la primera como en la segunda etapa de reducción), la temperatura requerida del gas cae debido al efecto Joule - Thompson. Para compensar este efecto y mantener la temperatura requerida del gas en la salida del sistema de

descompresión, la Unidad de Control y Reducción posee un sistema de calentamiento de gas. Este sistema consiste en un calentador, que calientan el agua y a través de un sistema de bombas, se hace circular el agua caliente en los intercambiadores de calor situadas dentro de la Unidad de Control y Reducción. En estos intercambiadores de calor ocurre el cambio de calor entre el agua caliente y el gas.

Todo sistema es controlado y monitoreado por un sistema automatizado (PLC). En algunos puntos específicos esta central lógica lee informaciones de temperatura y presión, tanto del gas como del agua y también la temperatura local. Otro elemento que es parte del sistema de seguridad es el detector de gas, que se activa si el nivel de concentración de gas es superior al especificado.

Toda la operación del sistema de descompresión de Gas Natural Comprimido también puede ser monitoreada y controlada por acceso remoto en Internet, a través de la NEOSat, que es el sistema de telemetría de NEOgas. Esto significa más seguridad y agilidad en los casos de mantenimiento.

Este servidor de telemetría es el equipo responsable de:

- La comunicación entre módems de campo y el software de supervisión.
- Administrar los módems instalados en cada cliente.
- Soporte vía remota mediante la conectividad del equipo de campo con un software de comunicación.

Así mismo, se puede llevar a cabo la programación remota de algunas variables de sistema, de la misma manera se puede consultar el histórico de variables registradas durante la operación del equipo en un lapso determinado con una antigüedad no mayor a tres meses.

A continuación, se muestra el diagrama de bloques del proceso para el sistema de Descompresión de Gas Natural.

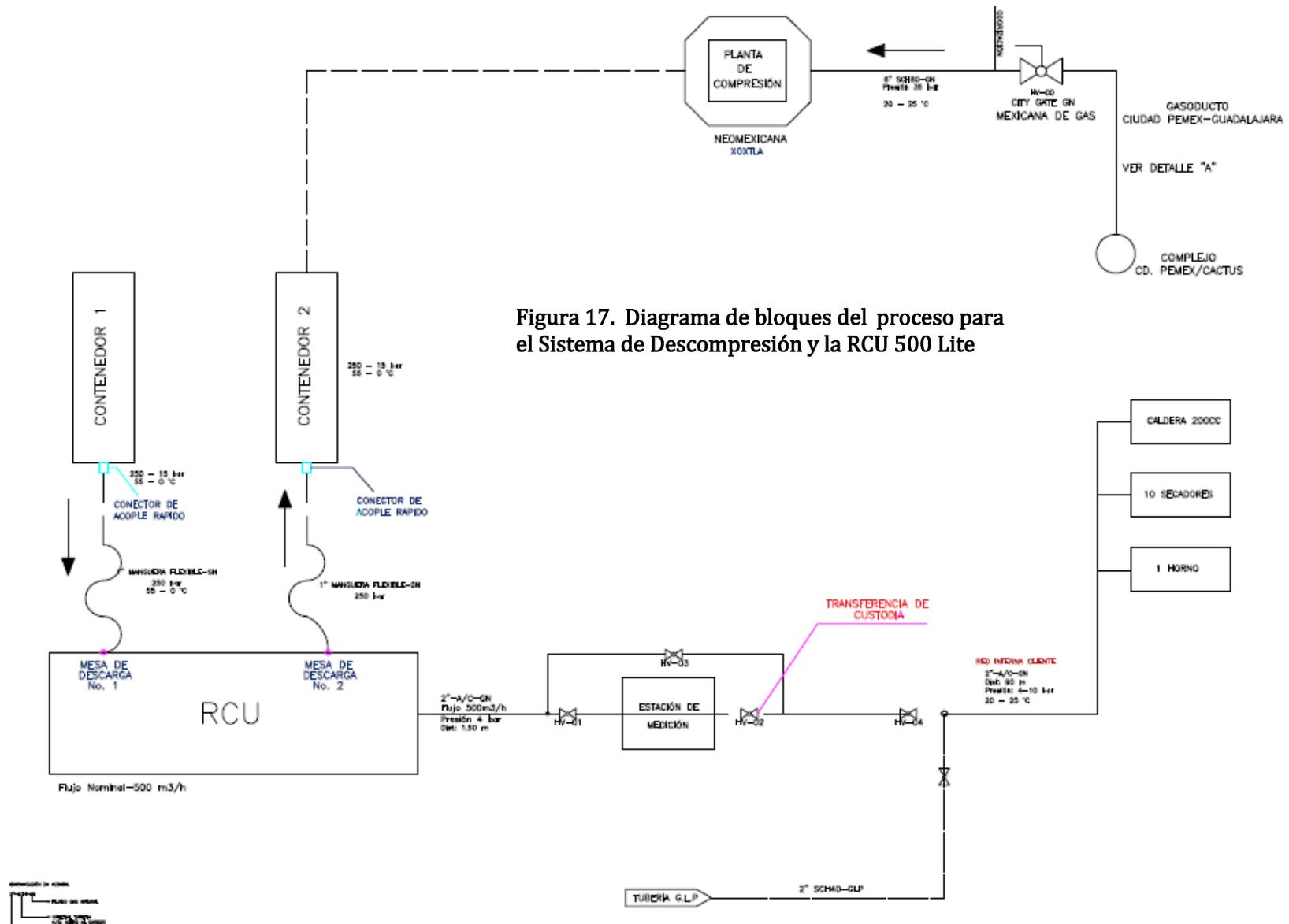


Figura 17. Diagrama de bloques del proceso para el Sistema de Descompresión y la RCU 500 Lite

Para la operación se emplean contenedores LUXI de 12 tubos de 40 ft, a continuación, se mencionan sus características principales:

Tabla 11. Características de los contenedores para gas natural.

Característica		Valor
Contenedor	Peso neto (sin chasis)	33,020 Kg
	Peso de carga (GNC)	6,264 Kg
	Peso total (sin chasis)	39,284 Kg
	Volumen de GNC	8,700 m ³
	Presión de operación	250 Bar
	Presión de prueba de fuga	250 Bar
	Temperatura de trabajo	-50 – 60°C
	Dimensiones del contenedor	12,192 x 2,438 x 2,000 mm
Discos de ruptura	Presión de rotura	375 Bar
Tubo Jumbo	Cantidad de tubos	12 piezas
	Volumen total de agua	27.84 m ³
	Presión de prueba hidrostática	375 Bar
	Dimensiones (diámetro x longitud)	559 x 10,975 mm
Observaciones	Chasis	Tres ejes
	Fabricante de la válvula de bola	Parker (USA)
	Calidad de aprobación	BV, ISO, CE
	Diámetro del orificio de venteo	≥20

Como se mencionó anteriormente, para transportar el Gas Natural Comprimido se utilizarán contenedores LUXI, los cuales están diseñados especialmente para almacenamiento y transporte de gas natural comprimido bajo estándares de calidad ISO 11120:1999, con capacidad de trabajo para altas presiones, gran cantidad de almacenamiento respetando los límites de peso.

Este tipo de contenedores presentan las siguientes características:

- Tanque sin soldaduras.
- La estructura de soporte de los tanques es diseñada e integrada desde fábrica

- Mayor seguridad
- Menor costo de mantenimiento
- Contenedores de 20 y 40 pies.

Existen dos tipos de contenedores: Jumbo y cascadas, los que se utilizarán para transportar el Gas Natural Comprimido a la Planta Lavapant serán los tipo Jumbo.

Los contenedores de almacenamiento para Gas Natural Comprimido tipo Jumbo están constituidos con cilindros tipo 1 (acero sin soldaduras), se fabrican mediante un tubo jumbo para el transporte de diversos gases, mediante el almacenamiento de forma tubular con una presión de trabajo de 250 Bar.

Están aprobados por la norma ISO 11120: 1999 para fines de transporte y se ajustan en contenedores ISO de 20 y 40 pies, para ser transportados por remolque.

El contenedor tipo Jumbo, es una forma ideal para el transporte masivo de Gas Natural Comprimido, con una capacidad de almacenamiento de 8,300 m³, también se considera una forma más confiable, más segura y de menor costo, con mayor capacidad, menos válvulas y tubos para evitar fugas de gas, estructura simple.



Figura 18. Semirremolque industrial para el transporte de Gas Natural Comprimido.

III.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los listados de actividades riesgosas, especificando: Sustancias, cantidad almacenada en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día, concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

Las sustancias químicas utilizadas en el proyecto son principalmente los combustibles que se venden en la Unidad de Control y Reducción RCU 500, se clasifican de la siguiente manera:

La operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 Lite no implicará un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existe ni existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descompresión de Gas Natural y su entrega a la línea de distribución de la Planta Lavapant.

El producto que se manejará en el Sistema de Descompresión es el Gas Natural y no sufrirá ninguna transformación, debido a que se realizarán únicamente operaciones de descompresión, por lo que no se generan en las instalaciones: productos, residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y agua en grandes cantidades, siendo este el principal atributo del proyecto. Este combustible, presenta las siguientes ventajas sobre otros combustibles, incluyendo el gas L.P.:

- Tiene combustión muy limpia, no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera, genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos y prácticamente no genera dióxido de azufre.
- Es seguro de transportar.
- Tiene una alta seguridad de operación, ya que al ser más ligero que el aire, se evita su concentración y reduce el riesgo de explosiones en fugas.
- Reduce costos de mantenimiento de los equipos de combustión.

Características generales

Capacidad total de almacenamiento (en Litros)	Cada semirremolque contiene 8,700 m ³ divididos en 12 cilindros					
Tipo de hidrocarburo (marcar con una "x" el que corresponda)	Gasolina		Diésel		Gas natural	X Gas LP

Ver en el **Anexo técnico**. Las HDS de las sustancias utilizadas

Tabla 12. Resumen de Sustancias Peligrosas

Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo Químico					Concentración	Capacidad Total			Tipo de Almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I		Máxima de Proceso (Ton/Día)	Máxima de Transporte (Ton/día)	Máxima de Almacenamiento (Ton)		
Gas Natural	8006-14-2						Gas Natural: 100,0%	NA	NA	NA	Los contenedores de almacenamiento para Gas Natural Comprimido tipo Jumbo están constituidos con cilindros tipo 1 (acero sin soldaduras), se fabrican mediante un tubo jumbo para el transporte de diversos gases, mediante el almacenamiento de forma tubular con una presión de trabajo de 250 Bar.	Listado: 500.00 kilogramos

III.4. Condiciones de Operación

III.4.1. Balance de materia

Por tratarse de una Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 Lite no implicará un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existe ni existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implican la descompresión de Gas Natural y su entrega a la línea de distribución de la Planta Lavapant.

Si consideramos que un Balance de Materia de un proceso industrial es la contabilidad exacta de todos los materiales que entran, salen, se acumulan o se agotan en un intervalo de operación y que el Sistema de Descompresión de Gas Natural por medio de la Unidad de Control y Reducción RCU 500 Lite se considera que trabaja como un sistema en estado estacionario porque no existe acumulación de materia ni reacción química; el balance de materia cumpliría la siguiente ecuación:

$$\text{Entradas} = \text{Salidas}$$

$$(\text{Cantidad De Gas Natural Descomprimido}) = (\text{Cantidad Empleada en Produccion})$$

III.4.2. Temperaturas y presiones de diseño y operación

DESCRIPCIÓN DE CORRIENTE	FLUJO NOMINAL	PRESIÓN DE DISEÑO / OPERACIÓN	TEMPERATURA DE OPERACIÓN
Del semirremolque a la entrada de descompresión	500 m ³ /hr	250 bar	16 °C - 22 °C
De la estación de descompresión a la salida del primer regulador	500 m ³ /hr	4 - 17 bar	16 °C - 22 °C
De la salida del primer regulador a la salida del	500 m ³ /hr	2.5 bar	16 °C - 22 °C

DESCRIPCIÓN DE CORRIENTE	FLUJO NOMINAL	PRESIÓN DE DISEÑO / OPERACIÓN	TEMPERATURA DE OPERACIÓN
segundo regulador y la entrada a la estación de medición y regulación			

III.4.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso

El Gas natural se maneja en estado gaseoso en todas las etapas del proceso.

Capítulo IV. Descripción del entorno

Flora

México posee aproximadamente 12% de la diversidad de especies en el mundo, lo que representa una porción superior a la que le correspondería por su superficie terrestre, que equivale a 1.5% del total global (CONABIO 2006); por tal motivo, el país es considerado mega diverso (Mlittermeier y Goettsch, 1992).

Un componente especial de la biodiversidad de México es el gran número de especies que solo existen en el país (endémicas); por ejemplo; entre 50 y 60% de las especies de plantas conocidas en México son endémicas del país; para algunas familias de plantas, como cactáceas, esta cifra es aún mayor, con 83% de sus especies y variedades. En la zona donde se encuentra la Unidad de Control y Reducción RCU 500 Lite es dentro de las instalaciones de la empresa Lavapant, por lo que se considera que la vegetación original del sitio ya ha desaparecido no presentándose especies raras, exóticas o en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, y la única vegetación presente se encuentra en los camellones de las vialidades cercanas a la planta, siendo estas especies de ornato introducidas.



Figura 19. Vegetación presente alrededor del predio

Con base en la visita de campo y en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 “Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo” no existen en el área de estudio, especies reportadas como raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Fauna

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptables es la propuesta por P. L. Sclater y A.L. Wallace, que divide a América en dos regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular, la línea del Trópico de Cáncer.

Esta confluencia de reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, sumado a su abrupta orografía, su diversidad climática y a una intrincada historia geológica, entre otros factores, han permitido el desarrollo de múltiples ecosistemas que albergan una inmensa riqueza de especies de plantas y animales.

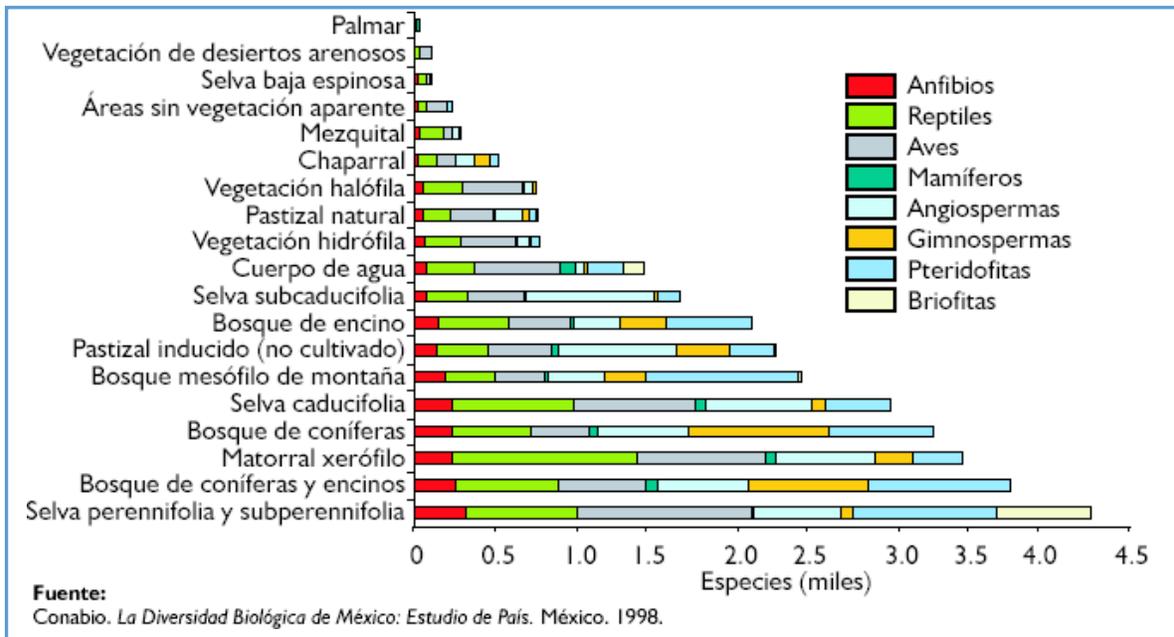


Figura 20. Especies de flora y fauna en los ecosistemas del País según el Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad.

México es considerado por ello a nivel mundial dentro de los países con mayor diversidad biológica o megadiversidad. Ocupa importantes lugares en el mundo, tiene el primer lugar en reptiles, con 717 especies de las 6,300 clasificadas, de las cuales 574 son propias del país (53 endémicas y 30 en peligro de extinción); se ubica en el segundo lugar en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4,170 especies existentes, 449 terrestres (31% en alguna categoría de riesgo y 33% endémicas) y 41 marinas; en anfibios ocupa el cuarto lugar, con 282 de las 4,184 especies que se han detectado de los cuales el 61% son endémicos, y en aves ocupa el decimosegundo lugar con 1,150 de las 9,198 clases, de las cuales el 5% se encuentra en peligro de extinción.

El proyecto objeto del presente estudio se encuentra enclavado entre las provincias herpetofaunísticas del Eje Neovolcánico y Sierra madre del sur. De igual modo, en cuanto a provincias mastogeográficas el proyecto se encurta entre las provincias de Oaxaca-Tehuacanense y volcanica trasversal.



Figura 21. Provincias herpetofaunísticas de la República Mexicana.



Figura 22. Provincias mastogeográficas de la República Mexicana.

México es un país que se distingue también por poseer una elevada proporción de especies exclusivamente dentro de su territorio (especies endémicas); más del 17% de especies de vertebrados son endémicas; la herpetofauna se distingue con el 60% de los anfibios y el 52% de los reptiles (Flores y Gerez, 1994)

En la actualidad han desaparecido muchas especies de la fauna que originalmente poblaba nuestro territorio, pero todavía existen una gran variedad de aves y pequeñas especies, entre las que podemos mencionar: Palomas ahuilotas y de alas blancas, codornices comunes y las espinosas, guajolotes silvestres, aguilillas, halcones de pradera y peregrinos, y halconcillos, quebrantahuesos, gavilanes, águilas reales. Están en proceso de extinción las auras o gallinazos, los zopilotes y los cuervos, y en temporada migratoria, contamos con los patos de collar, gansos blancos y los de Canadá, así como grullas grises y correcaminos.

De las pequeñas especies, ardillas de tierra, grises, rojas y voladoras, techadotes, ratas de campo y ratas canguro, liebres tordas, de panza blanca y las de cola negra, conejos, jabalís de collar, coyotes, zorras grises, nortehñas, mapaches, comadreas, tejones, lince o gatos monteses, pumas, venados cola blanca, zorrillos, tlacuaches.

La fauna característica del Municipio de Tehuacán Puebla, corresponde a: En la fauna predominan animales como: coyote, puma, gato montés, lobo, venado (en zonas de abundante vegetación), liebre, ardilla, rata, tlacuache, armadillo, topo y conejo.

Derivado del recorrido y revisión que se llevó a cabo en el predio se detectaron algunas especies de fauna y ninguna de estas reportadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Así mismo, se tienen registros de la presencia de las siguientes especies en los alrededores (más en el recorrido no se detectaron):

➤ **Árboles**

- ✓ Mezquite Blanco (*Prosopis laevigata*)
- ✓ Mezquites (*Prosopis*)
- ✓ Huizache (*Vachellia farnesiana*)

➤ **Aves**

- ✓ Águililla cola roja (*Buteo jamaicensis*): distribución endémica, categoría protegida

- ✓ Zanate Mexicano (*Quiscalus mexicanus*)
- ✓ Tortolita cola larga (*Columbina inca*)
- ✓ Gorrión doméstico (*Passer domesticus*)
- ✓ Pinzón Mexicano (*haemorhous mexicanus*)

- **Moluscos**
 - ✓ Caracol de Jardín (*Cornu aspersum*)

- **Arácnidos**
 - ✓ Arañas Lince Verdes (Género *Peucetia*)
 - ✓ Viuda Negra (*Latrodectus mactans*)

- **Insectos**
 - ✓ Moscardones (Familia *Calliphoridae*).
 - ✓ Escarabajos Soldado (familia *Cantharidae*).
 - ✓ Escarabajo Acuático (Género *Cybister*).
 - ✓ Avispa de Papel Roja (*Polistes canadensis*).
 - ✓ Chinche gigante de Patas de Hoja (*Acanthocephala femorata*).
 - ✓ Chapulines de Antenas Cortas (Familia *Acrididae*).
 - ✓ Mariposas Medialuna (Género *Anthanassa*).
 - ✓ Mariposa Parche Naranja (*Chlosyne lacinia*).
 - ✓ Abeja Europea (*Apis mellifera*)
 - ✓ Hormiga Chicatana Negra (*Atta mexicana*)

El predio donde se localizará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en la Planta Lavapant de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V según la información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, donde predomina la vegetación de ornato, donde se pueden apreciar principalmente ejemplares arbóreos de ficus, huizaches, mezquites, entre otros, por lo que no se tiene la presencia de especies raras, exóticas o en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Como se ha mencionado, actualmente el sitio del proyecto se localiza en una zona industrial, ya cuenta con pavimento y solo se llevará a cabo la Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, así como de los equipos necesarios para su funcionamiento, por lo que las actividades que se lleven a cabo no afectaran a la fauna, además

de que las actividades y flujo de vehículos, provoca la migración de las especies a zonas más tranquilas.

Litología

De acuerdo con los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía carta del tipo de roca que presenta el predio corresponde a: arenisca-conglomerado- de la era cenozoico, sistema Neógeno.

A continuación, se muestran las cartas con la información mencionada.

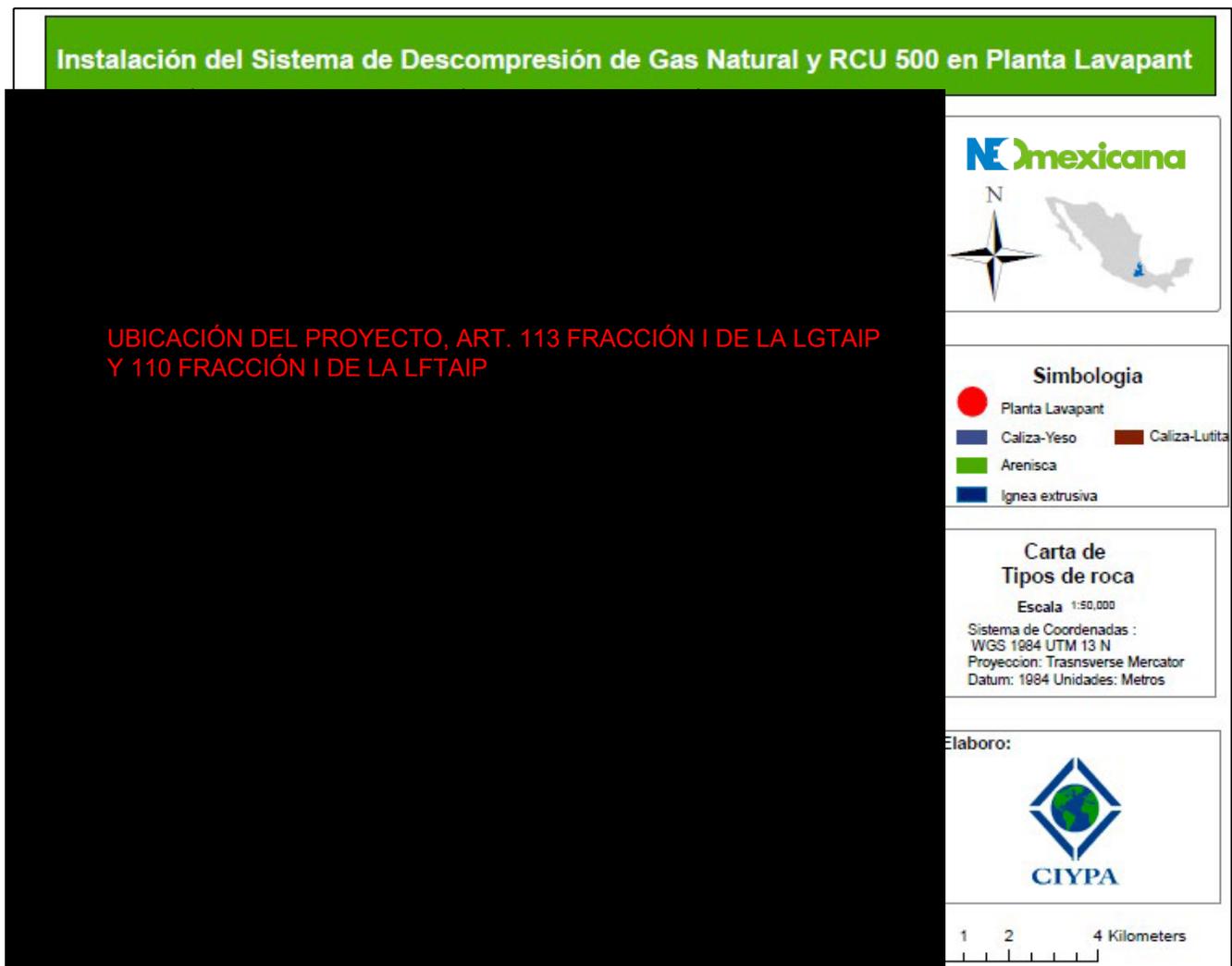


Figura 23. Carta de Litología

Las rocas sedimentarias del Terciario clasificadas como arenisca-conglomerado y conglomerado, están cartografiadas como T(ar-cg), Ts(ar-cg) y T(cg). Las dos primeras son de origen continental, de color café claro y poco consolidadas, las areniscas que las constituyen son de grano fino a grueso y cambian gradualmente a conglomerados, los cuales están integrados por fragmentos angulosos a subredondeados y mal clasificados de caliza, riolita, toba y basalto. Las unidades afloran al norte de Alaquines, al noroeste de Rayón y al sur de Villa de Reyes. Sobreyacen en discordancia a las rocas mesozoicas y a las rocas ígneas extrusivas preexistentes.

En cuanto a las rocas sedimentarias se clasifican según su origen, entre esta clasificación se encuentran:

Las rocas detríticas, o fragmentarias, las cuales se componen de partículas minerales producidas por la desintegración mecánica de otras rocas y transportadas, son deterioro químico gracias al agua. Son acarreadas hasta masas mayores de agua, donde se depositan en capas. Algunos tipos de rocas de este tipo son: lutitas y areniscas, siendo las areniscas, uno de los tipos de roca que se encuentran al oriente y poniente de la cabecera municipal.

Las areniscas son rocas sedimentarias detríticas, compuestas por partículas cuyo tamaño está comprendido entre 2 y 1/16 mm, estas partículas son mayoritariamente minerales resistentes a la meteorización y fragmentos de rocas, cuando no están cementadas se denominan arenas. Se reconocen fácilmente, porque su aspecto es el de una arena de playa cuyos granos están cementados, su tacto es áspero, su color es muy variable en función de la naturaleza de los granos del cemento y del ambiente sedimentario donde se originaron. Las arenas que dan lugar a su cementación, pueden proceder y acumularse en numerosos ambientes sedimentarios; abanicos aluviales, ríos, zonas de litorales, fondos marinos, desiertos, etc. Los principales agentes de transporte de los granos de arena son el agua, el viento y los movimientos en masa por gravedad en ambientes subaéreos o subacuosos

El otro tipo de roca es del tipo conglomerado, la cual, al igual que la arenisca, son rocas sedimentarias detríticas, están compuestas por cantos redondeados de tamaño superior a 2mm (rudita), si los cantos son angulosos se denominan brechas. En estas rocas se pueden distinguir las siguientes partes: la trama (cantos mayores a 2mm) que forma el armazón; la matriz (arenas y/o arcillas) que rellenan los huecos existentes entre los cantos de la trama y el cemento que une los distintos fragmentos entre sí. Si los cantos no están cementados (ya sean angulosos o redondeados) se consideran sedimentos y son conocidos como gravas (ruditas no cementadas)

Los cantos pueden proceder de la erosión de cualquier tipo de roca. Se dice que un conglomerado es poligénico cuando los cantos proceden de la erosión de distintas rocas madres, como normalmente suele ocurrir y monogénico, si todos proceden de la misma roca.

Su formación implica un intenso proceso de transporte y erosión por el agua que redondea los fragmentos de las rocas y su posterior acumulación (sedimentación). Los principales medios sedimentarios donde se originan los conglomerados son: los cauces existentes en los abanicos aluviales formados por torrentes, los cauces de ramblas, ríos y las proximidades de las rompientes olas en zonas litorales.

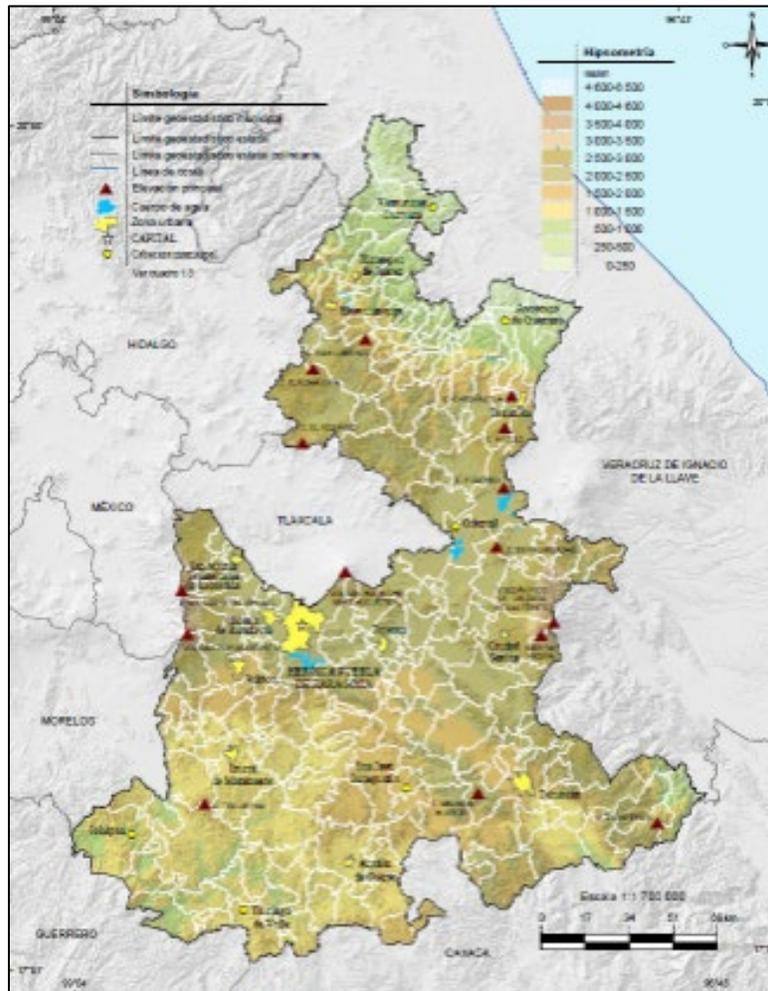


Figura 24: Geología para el Estado de Puebla.

Características geomorfológicas y de relieve.

El área del proyecto se encuentra en una zona de Valle. Los cuales se caracterizan generalmente formados por la actividad fluvial, donde la acción del agua corriente causa la erosión del terreno. Sin embargo, los valles pueden ser formados por otros procesos geológicos.

Los sistemas de valles se extienden a través de llanuras, colinas y sistemas montañosos. Siendo que, para el Estado de Puebla, la mayor elevación es de 5,610 m.s.n.m. m correspondiente a el Pico de Orizaba o Citlaltépetl, La mayor depresión es la depresión del Balsas o Cuenca del Río Balsas.



Figura 25. Carta Topográfica 1:50

Fisiografía

El predio donde se instalará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se localiza se ubica dentro de la subprovincia fisiográfica “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, perteneciente a la “Provincia Fisiográfica Eje Neo volcánico”. La mencionada subprovincia ocupa la mayor la mayor parte de la Provincia como se puede apreciar en la siguiente carta, la cual se elaboró con información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

La provincia del Eje Neo volcánico se caracteriza por una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumuladas durante varios episodios volcánicos sucesivos iniciados a mediados del Terciario Inferior y que continuaron durante el Reciente. La integran grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos, amplios escudos volcánicos de basalto y depósitos de arena y cenizas en extensas llanuras.

La subprovincia Lagos y volcanes de Anáhuac se caracteriza por grandes sierras volcánicas o aparatos volcánicos individuales, como el volcán de Jocotitlán, que se alternan con grandes vasos lacustres como se pueden ver en Ixtlahuaca y San Felipe del Progreso, formados al ser bloqueado el drenaje original, por derrames de lava y otros productos volcánicos. Colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, al oriente se extiende hasta los estados de Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en la Ciudad de Mexico y el Estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses. Al suroeste colinda con la Subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres

A continuación, se muestra la carta de Fisiografía en la que se puede constatar la información mencionada.

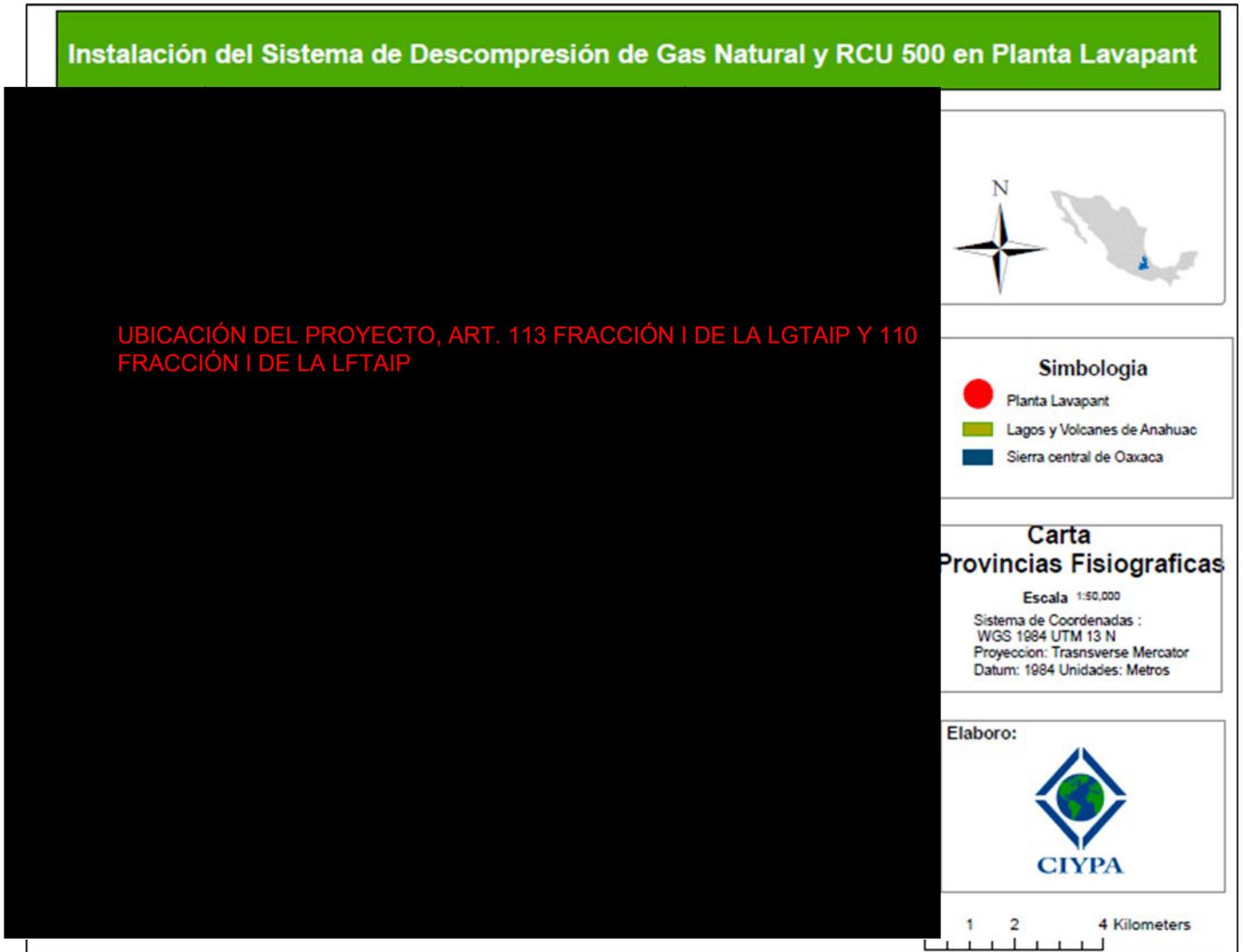


Figura 26: Carta de Provincias Fisiográficas

Presencia de Fallas y Fracturas

En cuanto a fallas, en las inmediaciones del predio en un rango de 1 km, no se encuentran fallas o fracturas, sin embargo, la falla más cercana al predio se encuentra a 4.989 km en dirección Suroeste, como se muestra en la siguiente figura, por lo tanto, no se considera que represente algún riesgo para el Sistema o la Planta Lavapant además de que, en la visita de campo, no se detectó alguna deformación o hundimiento en el suelo.

Cabe mencionar que este tipo de fenómenos son impredecibles, sin embargo, como se menciona en el párrafo anterior, en la visita de campo no se detectó la presencia de algún tipo de fenómeno geológico, la falla y fractura mencionada se pueden apreciar en la siguiente carta.

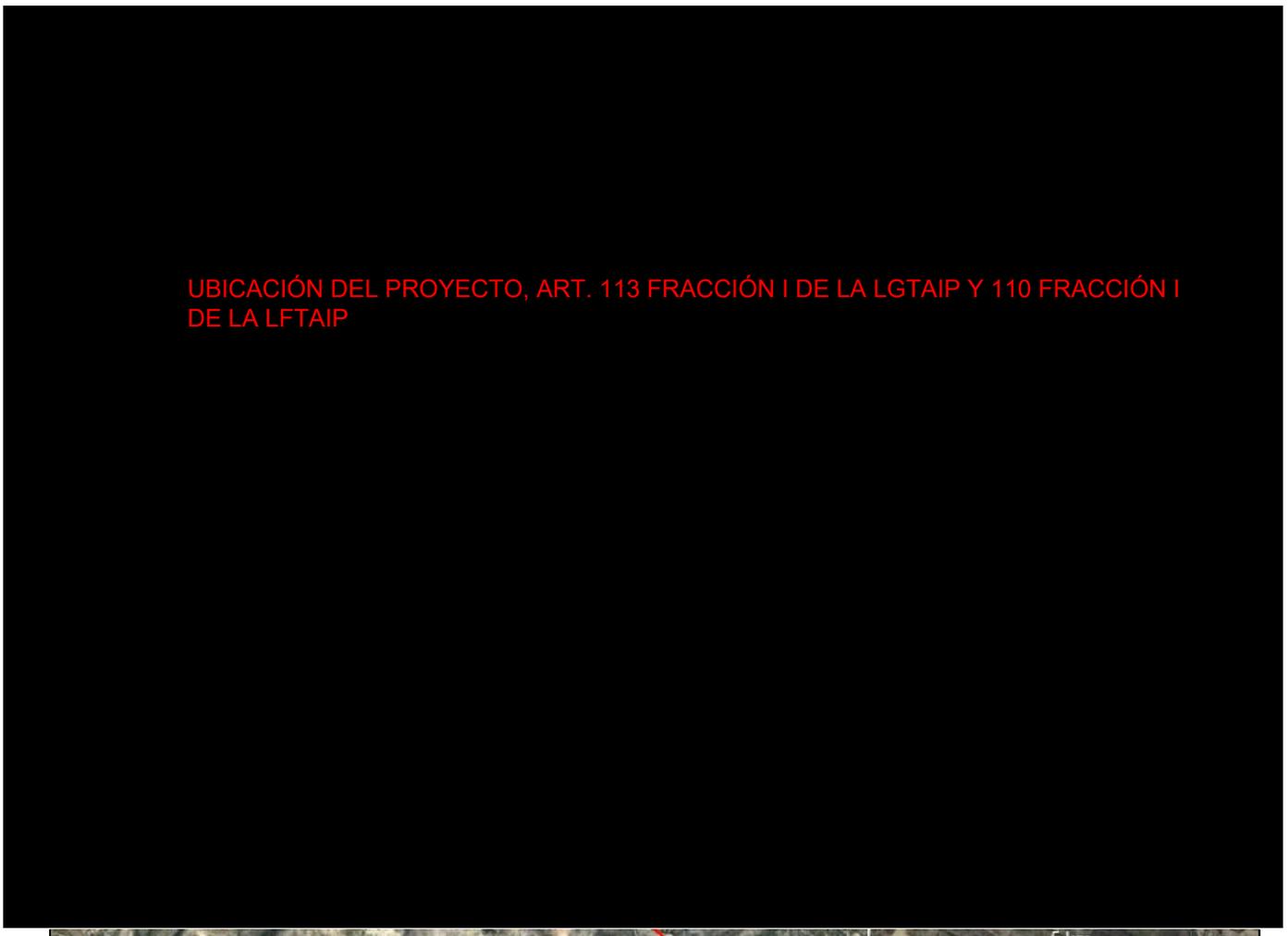


Figura 27: Carta de Fallas y Grietas

Susceptibilidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

El predio donde se instalará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, donde se llevará a cabo la instalación de la nueva Unidad de Control y Reducción se encuentra en la zona B, considerada como zona intermedia de riesgo.

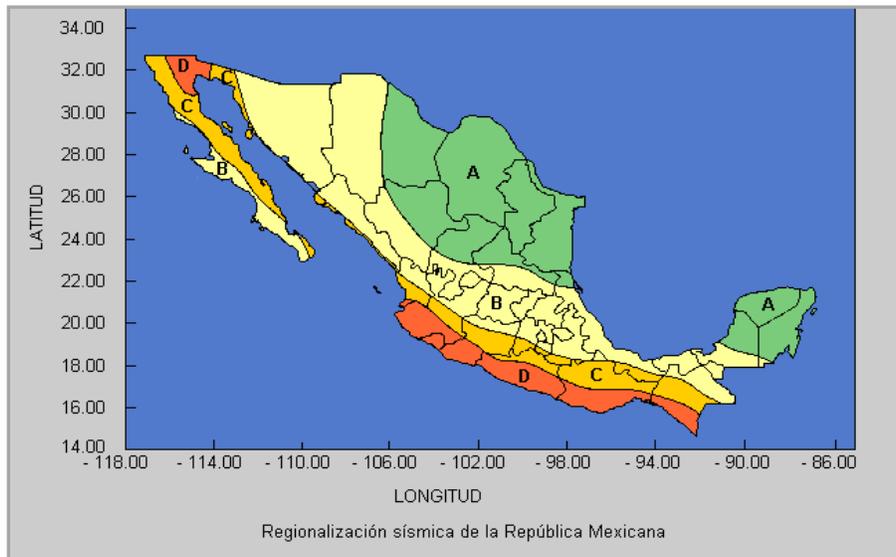


Figura 28. Zonificación sísmica de la República Mexicana.

Suelos

El suelo es el recurso natural que soporta la biodiversidad y las actividades socioeconómicas de la Tierra. Su formación se basa en procesos de meteorización, degradación y acción microbiana de las rocas y materia orgánica extraordinariamente lentos que dependen de factores diversos. Son sistemas complejos que interactúan con el desarrollo de las entidades vivas y favorecen o limitan el desarrollo de plantas y animales; su pérdida o erosión disminuyen la cantidad y calidad de recursos naturales que pueden ser aprovechados.

Tal y como se muestra en la siguiente carta con información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, los tipos de suelo presente en el predio donde se instalará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 es el vertisol pellico

Los vertisoles (del latín *vertere*, invertir) son suelos sumamente arcillosos que se desarrollan en climas de subhúmedos a secos. Al igual que los feozems, son profundos, muy duros cuando están secos y lodosos al mojarse (debido a su alto contenido de arcillas), por lo que resulta difícil trabajarlos. Además, su fertilidad es intrínsecamente baja. Sin embargo, la tecnificación de la agricultura tiene resultados notables al lograr en ellos incrementos de producción hasta en diez veces. No es coincidencia que algunas de las zonas consideradas “graneros”, como el Bajío o Sinaloa, cuenten con grandes extensiones de vertisoles.

Los tipos de suelo que rodean a la zona del proyecto se describen a continuación

Los regosoles (del griego *reghos*, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como “ócrica”, que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

Las rendzinas son suelos inmaduros cuyo perfil se ha definido por la naturaleza de la roca madre de origen calizo. Dentro de esta denominación se encierra a los suelos calizos grises y blancos de los climas templados y los negros calizos y margosos de los trópicos.

Los Litosoles son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad. Existen situaciones en las que es posible observar un material graviloso grueso entre el horizonte A y la roca consolidada, producto de la meteorización de esta última, lo que puede considerarse como un incipiente horizonte C.

Carecen de horizonte diagnóstico subsuperficial presentando en la gran mayoría de los casos un perfil de secuencia A-R con horizonte diagnóstico superficial ócrico, úmbrico o melánico



Figura 29. Carta de Edafología.

Hidrología

Hidrología superficial

En cuanto a la hidrología, la República Mexicana se divide en 37 regiones hidrológicas, y en lo que respecta a los recursos hídricos de Puebla incluyen importantes fuentes de agua superficial y subterránea. Se identifican cuatro regiones hidrológicas:

- Pánuco al noroeste;
- Tuxpan-Nautla al norte;
- Papaloapan al este y sureste,
- Balsas en el centro del territorio poblano.

Su aprovechamiento presenta el aprovechamiento siguiente: agricultura (1,962 hm³), abastecimiento público (385 hm³), industria autoabastecida (35.2 hm³) y energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad (6.5 hm³).

En el estado, 24.84 por ciento del agua destinada a los diferentes usos es subterránea y 75.16 por ciento es superficial. De acuerdo con el balance hidrológico global para el estado, se estima que la cantidad total de agua que ingresa, así como el volumen que sale de él o se pierde, revela un excedente disponible de agua superior a los 5,000 hm³; sin embargo, el volumen no se encuentra uniformemente distribuido, pues mientras algunas zonas, como la Sierra Norte, cuentan con abundantes corrientes superficiales, en la porción sur y área de la mixteca son escasas, de poco caudal y son casi totalmente aprovechadas, aunque representan problemas de contaminación.



Figura 30. Regiones Hidrológicas en Puebla

De los 19 acuíferos ubicados en Puebla, dos se encuentran sobreexplotados: el del Valle de Tecamachalco, de la cuenca río Atoyac, y el de Tepalcingo-Axochiapan, de la cuenca río Amacuzac. Además de la sobreexplotación, Puebla presenta casos graves de contaminación en los ríos Atoyac y Alseseca, que resultan de las descargas de aguas residuales provenientes de las principales actividades económicas como los servicios y, fundamentalmente, la industria en sus diferentes ramos. Se ha detectado también que las aguas residuales que fluyen por el drenaje de Valsequillo contienen metales pesados como zinc, plomo, cobre, níquel, selenio, cadmio, cromo y mercurio.

La Comisión Estatal del Agua y Saneamiento de Puebla identifican algunos problemas en el abastecimiento de agua potable, como distribución no uniforme; el servicio se otorga por tandeo, principalmente en los centros urbanos. Otro problema es la falta de disponibilidad de aguas superficiales por estar concesionadas en su mayoría para uso agrícola. Por último, de acuerdo a su ubicación geográfica, Puebla se encuentra sujeta a fenómenos hidrometeorológicos extremos que han provocado efectos devastadores.

En cuanto a cauces de río, se puede apreciar una corriente de agua de carácter intermitente a 506.85 metros al sur del proyecto. Al ser intermitente y únicamente en temporal de lluvias, el riesgo es bajo, además de que la dirección de la corriente es hacia río a bajo estando a una mayor altitud el área del proyecto. Tal como se observa en la siguiente figura.



Figura 31: Corrientes de agua o causes de río

Hidrología Subterránea

El acuífero Valle de Puebla, definido con la clave 2104 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se ubica en el extremo occidental del estado de Puebla, en los límites con el Estado de México y Tlaxcala, entre los paralelos 18° 54' y 19° 28' de latitud norte y los meridianos 98° 01' y 98° 40' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 2,025 km². Limita al norte con el acuífero Alto Atoyac; al noroeste con Soltepec, ambos del Estado de Tlaxcala; al este con el acuífero Valle de Tecamachalco, al sur con los acuíferos Ixcaquixtla y Atlixco-Izúcar de Matamoros; todos ellos pertenecientes al Estado de Puebla; al oeste con el acuífero Chalco-Amecameca, perteneciente al Estado de México

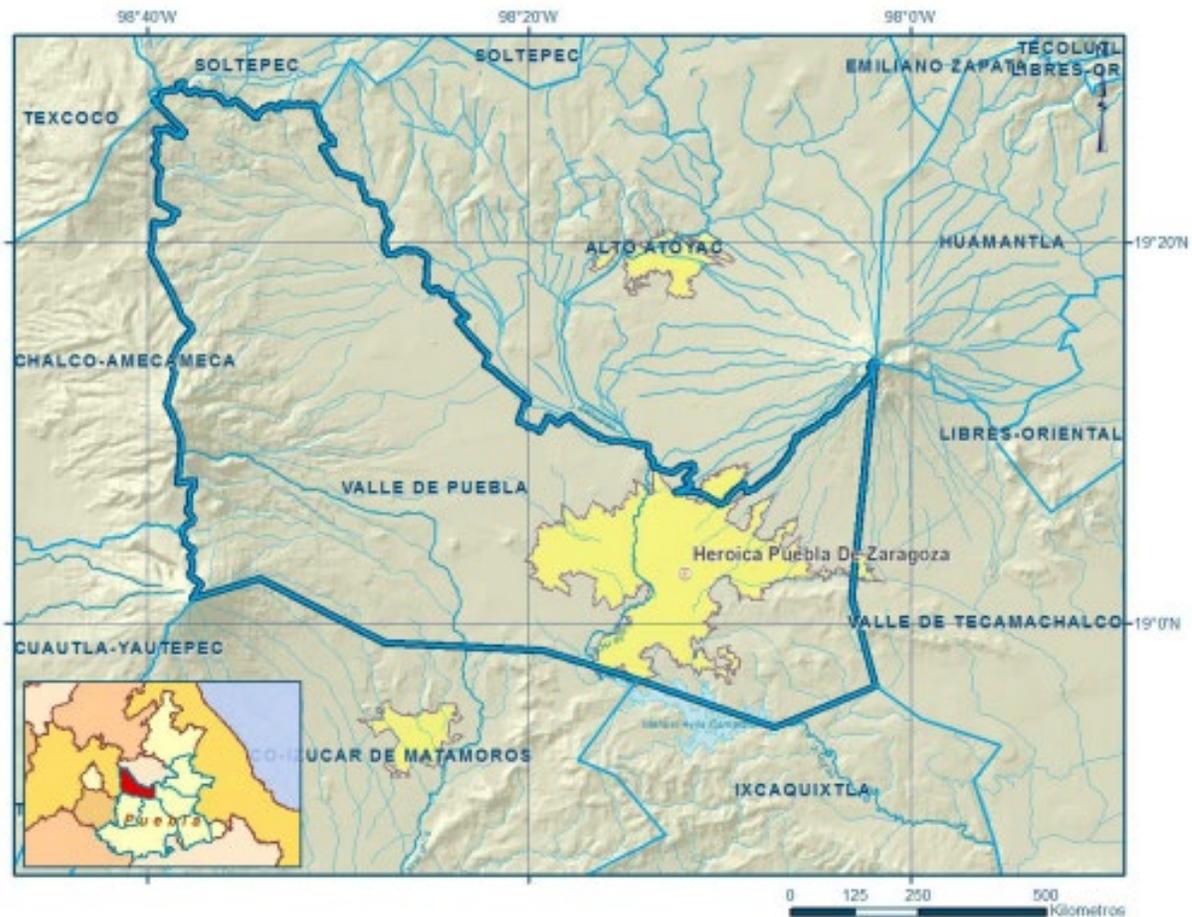


Figura 32: Localización del acuífero

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 278,832,300m³ anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 20 de febrero del 2020.

De acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, la Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas, se obtiene de restar al Volumen de Recarga Total Media Anual, el valor de la Descarga Natural Comprometida y el Volumen de Aguas Subterráneas Concesionado e Inscrito en el REPGA.

Clima

El clima corresponde al área donde se encontrará la Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant es un tipo de clima BS1hw según la clasificación de Köppen, es un tipo de clima Semiárido, semicalido, con una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor de 22°C., con una Precipitación de Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Tal y como se puede apreciar en la siguiente carta elaborada con información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía:

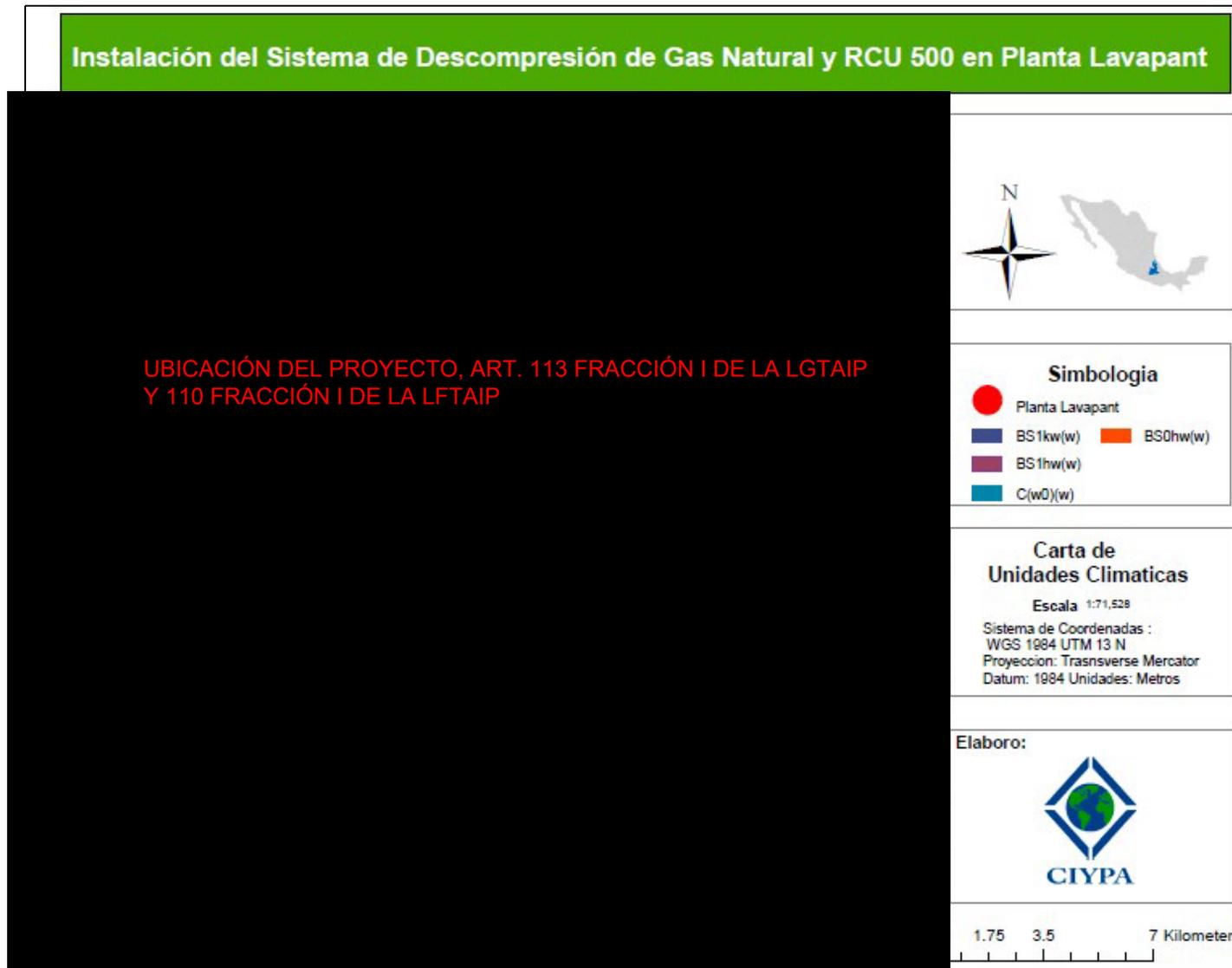


Figura 33. Carta de Unidades Climáticas.

La estación meteorológica más cercana al predio se encontrará la Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant, según el Servicio meteorológico nacional es la siguiente: estación 00021083 Tehuacán, localizada aproximadamente a 26.43 Km en dirección Suroeste en las coordenadas Latitud: 18.31411111 Longitud: -97.61711111 Altitud: 1736.455 m.

La Estación reporta una temperatura máxima normal anual de 26.0°C, una temperatura media normal de 18.0 °C y una temperatura mínima de 10°C y una precipitación normal anual de 464.6 mm, los meses en lo que se registra una mayor precipitación son: junio y Julio. Las temperaturas más bajas se registran en el mes de enero y la temperatura más alta se presenta en los meses de abril con 29.8 °C.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: PUEBLA PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00021083 TEHUACAN LATITUD: 18°27'50" N. LONGITUD: 097°23'35" W. ALTURA: 2,416.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	23.1	24.9	28.0	29.8	29.7	27.4	25.7	26.2	25.7	24.8	24.0	23.1	26.0
MAXIMA MENSUAL	26.7	27.6	32.1	32.6	34.0	31.7	29.4	29.1	29.4	28.3	27.4	25.0	
AÑO DE MAXIMA	1989	2007	1973	2005	1998	1998	2007	1986	1987	2006	2004	1978	
MAXIMA DIARIA	31.0	34.0	36.0	39.0	39.0	37.0	34.0	33.0	34.0	33.0	36.0	32.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	26/1979	19/1998	30/2005	17/1987	04/1987	11/2005	14/1998	16/1986	18/1980	17/2006	27/2004	29/1986	
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	45	45	46	45	43	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	14.4	15.8	18.4	20.4	21.0	20.4	19.0	19.3	19.2	17.7	16.0	14.9	18.0
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	45	45	46	45	43	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	5.6	6.6	8.8	11.0	12.4	13.4	12.2	12.3	12.6	10.6	7.9	6.6	10.0
MINIMA MENSUAL	3.0	3.9	6.2	9.0	10.9	11.5	10.6	10.3	11.2	7.0	5.2	2.7	
AÑO DE MINIMA	1986	1976	1989	1971	1970	1982	1994	1982	1985	1987	1970	2010	
MINIMA DIARIA	-5.0	-5.0	-4.0	1.5	3.0	6.0	6.0	5.0	5.0	-2.0	-2.0	-5.0	
FECHA MINIMA DIARIA	17/1986	12/1961	14/1989	09/1971	08/1970	08/1971	18/2007	06/1987	28/1975	27/1999	20/1981	18/1982	
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	45	45	46	45	43	
PRECIPITACION													
NORMAL	6.4	6.2	7.0	21.8	60.5	99.1	71.2	68.4	84.8	28.9	7.8	2.5	464.6
MAXIMA MENSUAL	75.0	35.8	49.7	73.5	272.0	307.2	287.7	322.5	318.5	166.0	44.0	18.5	
AÑO DE MAXIMA	1992	1979	1992	1979	1992	1981	1976	1969	1979	1999	1961	1997	
MAXIMA DIARIA	29.5	22.0	19.0	34.0	95.0	120.0	85.0	64.5	95.0	96.0	32.0	10.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	31/1992	12/1979	01/1982	30/1993	28/1992	08/1984	04/1991	11/1996	26/1980	06/1999	03/1998	28/1986	
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	45	45	46	45	43	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	114.2	129.9	182.4	198.9	186.4	165.6	157.2	160.3	136.7	133.2	116.7	111.4	1,792.9
AÑOS CON DATOS	45	45	43	42	44	45	43	44	44	45	44	41	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	1.4	1.3	1.7	4.0	7.9	10.5	9.6	9.4	11.4	5.0	2.0	1.1	65.3
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	45	45	46	45	43	
NIEBLA													
NORMAL	0.7	0.3	0.2	0.1	0.4	0.6	0.8	1.1	1.0	0.6	0.7	0.4	6.9
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	44	44	45	45	43	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	44	44	45	45	43	
TORMENTA E.													
NORMAL	0.1	0.2	0.9	2.8	3.5	3.2	2.9	2.5	2.7	1.4	0.4	0.1	20.7
AÑOS CON DATOS	45	45	43	44	44	45	44	44	44	45	45	43	

Figura 34. Datos obtenidos de la estación 00021083 del Servicio Meteorológico Nacional.

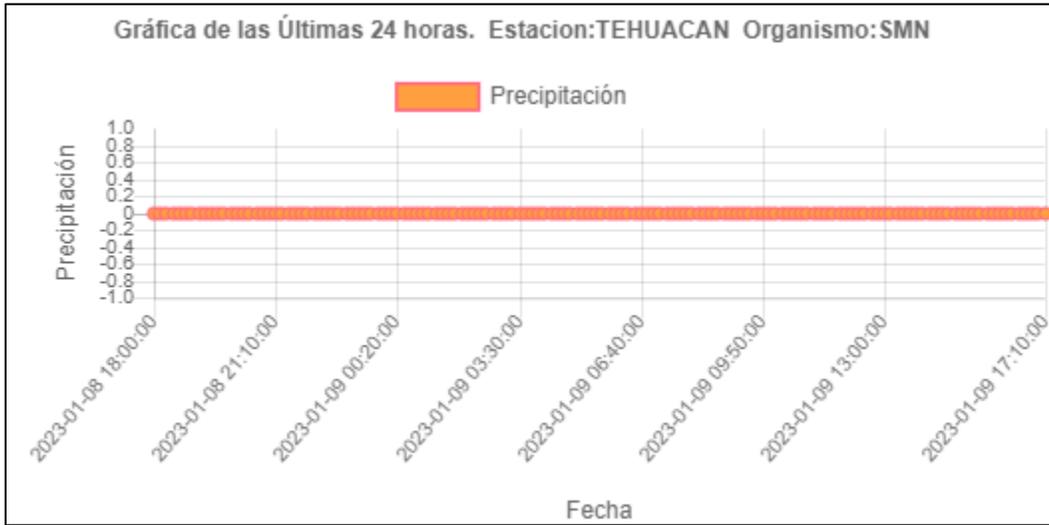


Figura 35. Gráfica de precipitación pluvial.



Figura 36. Gráfica de Temperatura.

Precipitación pluvial mínima, máxima y promedio

Los más lluviosos son Mayo ha agosto, siendo agosto el mes con más días con solo lluvia en Tehuacán, con un promedio de 22.4 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 76 %,

Dirección y velocidad del viento promedio

La velocidad promedio del viento por hora en Tehuacán tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 2.5 meses, del 22 de junio al 6 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 13.3 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Tehuacán es julio, con vientos a una velocidad promedio de 15.0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 9.5 meses, del 6 de septiembre al 22 de junio. El mes más calmado del año en Tehuacán es mayo, con vientos a una velocidad promedio de 11.3 kilómetro por hora.

La dirección del viento promedio por hora predominante en Tehuacán es del este durante el año.

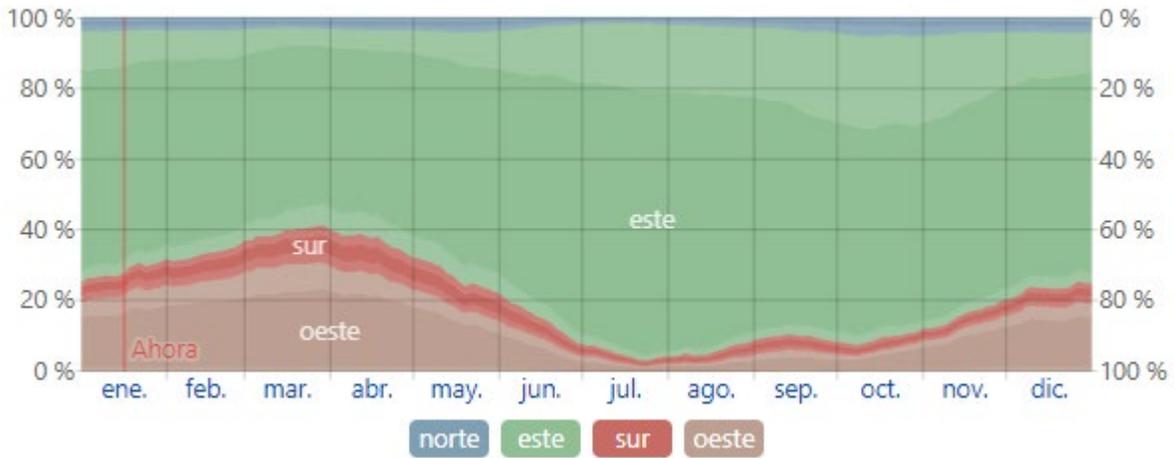


Figura 37. Dirección del viento

IV.1. Proyecto

Conforme a la carta de Uso de Suelo y Vegetación elaborada con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el sitio donde se encuentra la Planta Lavapant lugar donde se establecerá el Sistema de Descompresión de Gas Natural y la Unidad de Control y Reducción RCU 500, se encuentra en un Área Urbana, sin erosión apreciable, por lo tanto cuenta con el Dictamen de Usos y Destinos emitido por la Dirección de Planeación Urbana del Municipio de Tehuacán, Puebla, para la actividad que se desarrolla actualmente en sitio

A continuación, se muestra la carta de Uso de Suelo y Vegetación, donde se puede apreciar la información mencionada.

Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant

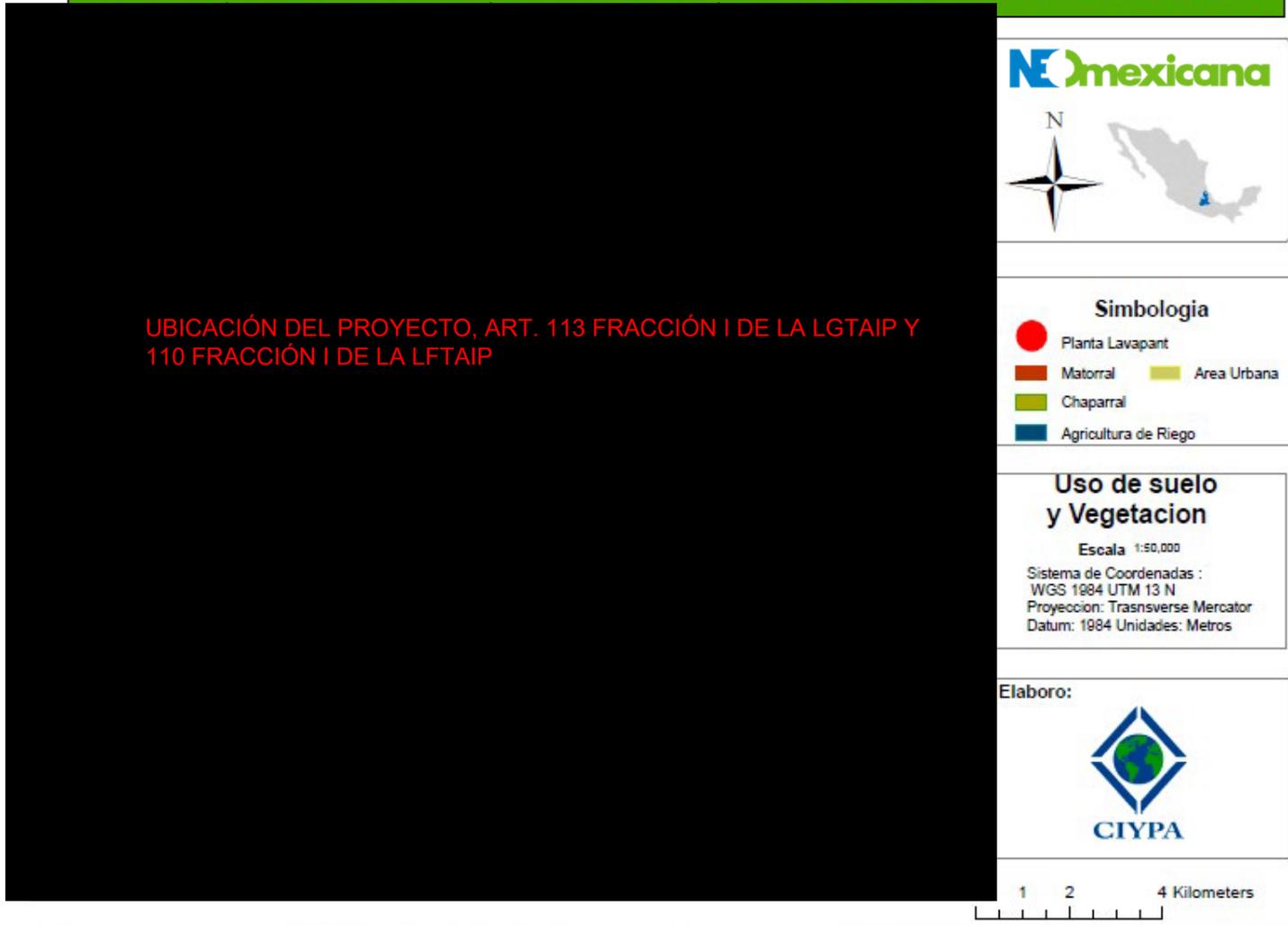


Figura 38. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.

Tabla 14. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 mts

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de la población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Industria	Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V.	N/S	Dentro de la instalación
Industria de servicios de mensajería y paquetería	Estafeta Mexicana, S.A. De C.V.	S	37.75 m
Casas habitación			22.05
Carretera Federal			129.76 m
Casas habitación		E	22.7 m
Bodega comercial			47.25 m
Casas Habitación		O	22.7 m
Jardín de ventos			244.10 m
Canchas de fut bol			338.4 m
Gasolinera		SE	141.72 m
Parque acuático		SO	303.5 m

Cabe mencionar que el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra dentro la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V la cual se ubica en Av. Miguel Hidalgo Pte. 23, Colonia San Lorenzo Teotiplico, C.P. 75855, Tehuacán, Puebla.

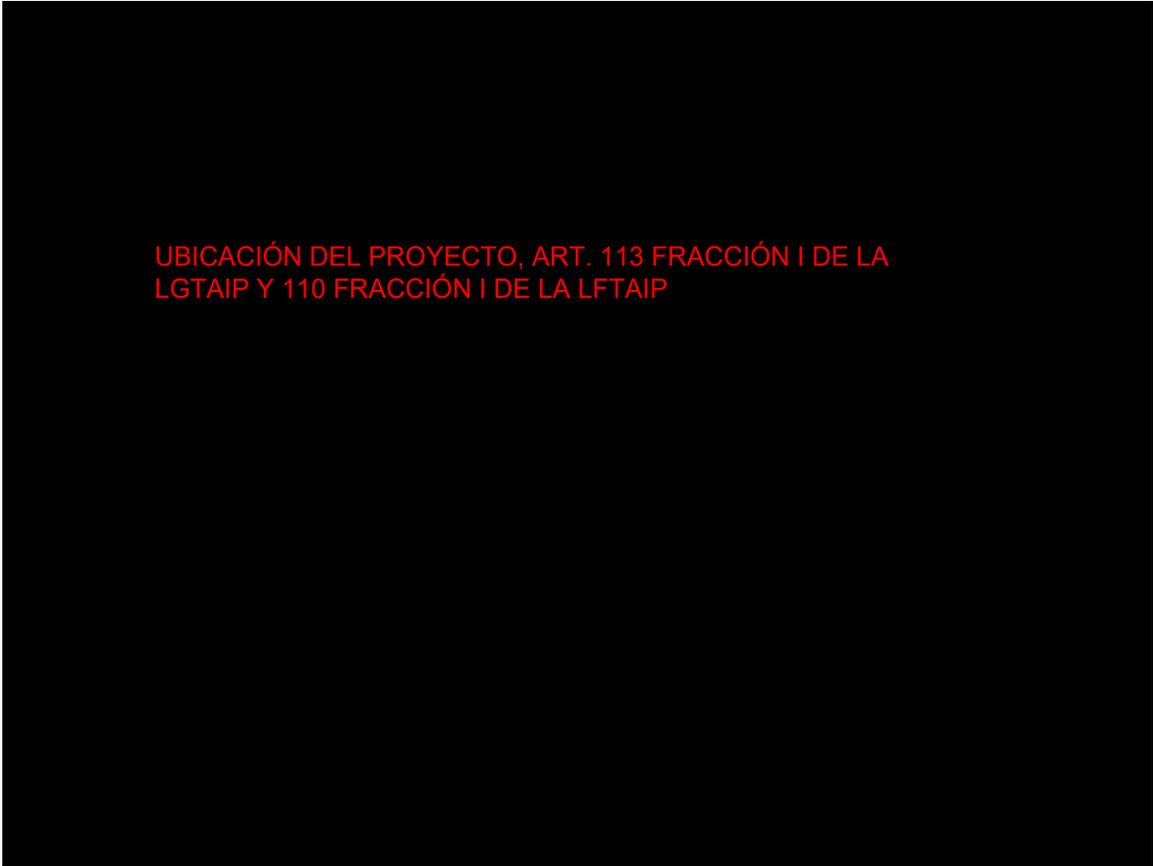
Tabla 15. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 mts

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Corriente de agua	NA	NA	Sur	506.85 m
Cuerpo de agua	NA	NA	N/A	N/A
Área natural protegida	NA	NA	NA	NA
Región hidrológica prioritaria	NA	NA	NA	NA
Región marina prioritaria	NA	NA	NA	NA
Región terrestre prioritaria	NA	NA	NA	NA
Área de importancia para la conservación de las aves	NA	NA	NA	NA

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Sitio Ramsar	NA	NA	NA	NA

Tabla 16. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 mts

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	NOMBRE/DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Ducto	NA	NA	NA
Instalación Industrial De Riesgo	NA	NA	NA
Carretera	Carretera Federal Tehuacán-Puebla	S	127.85 m
Vía Férrea	NA	NA	NA



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

Figura 39. Radio de afectaciones a 500 mts

En el radio de la zona de riesgo y según lo descrito en las tablas anteriores, se puede decir que el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra en una zona susceptible dada su ubicación en una zona urbana, cerca a casas habitación y algunas Bodegas comerciales, sin embargo el sistema de descompresión cuenta con sistemas de seguridad para evitar una descompresión o fuga, así mismo en las instalaciones donde se instalara, se encuentra dentro de la Planta Lavapan misma que cuenta con todos los sistemas de emergencias así como los permisos de uso de suelo para que se lleve a cabo esta actividad

Capítulo V. Análisis y Evaluación de Riesgos

V.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgos

V.1.1. Análisis Preliminar de Peligros

El transporte y descompresión de gas natural es considerada una actividad peligrosa, dadas las características particulares de este material combustible, de las que se destacan su inflamabilidad y, por otro lado, se tiene la característica de que su densidad relativa sea menor al compararla con el aire.

El gas natural, junto con el gas L.P. se encuentra entre las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales reportadas a la Procuraduría de Protección al Ambiente entre los años 2009 y 2010, aunque son de las que menos participación tiene con tan solo el 3% de los incidentes, como lo muestra la siguiente figura.

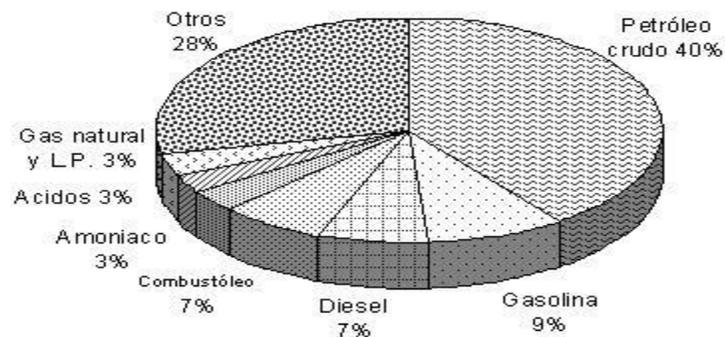


Figura 40. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales

De los accidentes encontrados que involucran gas natural, en su mayoría se trata de incendios o explosiones en ductos de transporte de las empresas distribuidoras o ductos de Pemex, con diámetros superiores a los 14", la mayoría de ellos causados por daño a la tubería o a sus accesorios.

Entre los accidentes más comunes que se pudieran presentar en instalaciones de este tipo están:

Estación de descompresión

- Generación de fuga de gas natural debido a:
 - ✓ Soldadura deficiente en un tramo de la línea de tubería
 - ✓ Maltrato de equipos por agresión de terceros
 - ✓ Desgaste de válvulas y conexiones
 - ✓ Mal funcionamiento del sistema
 - ✓ Descontrol de la presión

Red de Distribución

- Fuga de gas natural debido a generación de fisuras en tubería por interferencia externa, defecto de construcción del tramo o por efectos de corrosión
- Nube de gas natural formada por una fuga
- Incendio provocado por la exposición del gas natural liberado a una fuente de ignición
- Deflagración de nube de gas natural generada por fuga del material y al exponerse a fuente de ignición.

A continuación, se muestra una tabla con los accidentes ocurridos con algunos derivados de petróleo:

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de			
				Muertos	Lesionados	Evacuados	
1970	8-04	Japón, Osaka	Explosión en un subterráneo	Gas	79	425	
	05-12	EUA, Linden, NJ.	Explosión de nube de vapor	C ₁₀ HC	---	40	
	17-12	Irán, Agha Jari	Explosión	Gas Natural	34	>1	
1972	22-01	EUA, San Luis	Explosión (Transporte ferroviario)	Propileno	---	230	>100
	30-03	Brasil, Duque de Caxias	Falla en el proceso	Gas L.P.	39	51	
	1-07	México Chihuahua	Explosión (transporte ferroviario)	Butano	>8	800	
1973	10-02	EUA, State Island	Explosión	Gas	40	2	
	---	Checoslovaquia	Explosión	Gas	47		
1974	29-04	EUA, Eagle Pass	Transporte ferroviario	Gas L.P.	17	34	
	19-07	EUA, Decatur	Transporte ferroviario	Isobutano	7	349	
	21-09	EUA, Houston	Explosión (transporte ferroviario)	Butadieno	1	235	1700
1977	03-04	Umm Said, Qatar	Incendio	Gas L.P.	7	13	
1978	2-03	Canadá, Ontario	Tubería	Gas L.P.	---	---	20,000
	11-07	España, San Carlos	Transporte carretero	Propileno	216	200	

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
				Muertos	Lesionados	Evacuados
15-07	México, Xilotepec	Explosión (transporte carretero)	Gas	100	200	
	2-11	México, Sanch. Magal	Explosión de tubería	Gas	41	32
1979	8-01	Irlanda, Bahía Bantry	Explosión (transporte marino)	Aceite, gas	50	
	02	Polonia, Warsaw	Fuga, explosión	Gas	49	77
	1-10	Grecia, Bahía Suda	Explosión (transbordador)	Propano	7	140
	11-11	Canadá, Mississauga	Explosión (transporte ferroviario)	Cloro, Gas L.P.	---	---
1980	16-08	Japón, Shizuoka	Explosión	Metano	15	222
	24-11	Turquía Danaciobasi	Uso / aplicaciones	Butano	107	---
	29-11	España, Ortuella	Explosión	Propano	51	90
1982	5-03	Australia Melbourne	Transporte	Butadieno	---	>1000
	25-04	Italia, Todi	Explosión (transporte)	Gas	34	140
1983	05	Egipto, Río Nilo	Explosión (transporte)	Gas L.P.	317	44
1984	16-08	Brasil, Río de Janeiro	Fuga y fuego en plataforma	Gas	36	19
	19-11	México, San Juan	Explosión (esferas de almacenamiento)	Gas L.P.	>500	2500

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
				Muertos	Lesionados	Evacuados
	Ixhuatepec					
12	Paquistán, Gahri Dhoda	Explosión en tubería	Gas	60		
1986	México, Cárdenas	Fuga (tubería)	Gas		2	>20000
1988	6-07	RU, Mar del Norte	Explosión, fuego (plataforma)	Aceite, gas	167	
	22-10	China, Shanghai	Explosión en refinería	Petroquímicos	25	17
	31-11	Bangladesh, Chittagong	Explosión	Vapores inflamables	33	
	1-12	China	Explosión	Gas	45	23
1989	4-06	URSS, Acha Ufa	Explosión en tubería	Gas	575	623
	23-10	EUA, Pasadena	Explosión	Etileno	23	125
1990	9-04	EUA, Warren	Explosión y fuego	Butano		
	16-04	India cerca de Patna	Fuga, accidente en transporte	Gas	100	100
	22-07	Corea, Ulsan	Explosión	Butano		>10000
	25-09	Tailandia Bangkok	Accidente en el transporte	Gas L.P.	>51	>54

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de		
				Muertos	Lesionados	Evacuados
3-11	EUA, Chalmette	Explosión en una refinería	Nube de gas inflamable			
	5-11	India, Nagothane	Fuga	32	22	
	25-11	EUA, Denver	Fuego (almacén de combustible en el aeropuerto)			
	30-11	Arabia Saudita, Ras Tan	Fuego en una refinería	1	2	
1991	30-05	Francia, Berre L'Etang	Fuga (planta química)		4	
	24-09	Tailandia, Bangkok	Explosión	>63		
	3-11	EUA, Beaumont	Fuego en una refinería			
	11	India, Medran	Accidente en el transporte (fuga)	93	25	
	29-12	México, San Luis Potosí	Fuga		40	
1992	23-02	Corea, Kwangju	Explosión en un almacén de gas		16	20000
	22-04	México Guadalajara	Explosión en drenaje de la ciudad	>206	>1500	6500
	8-08	Turquía Corlu	Explosión	32	64	
	8-10	EUA, Wilmington	Fuga (refinería)		16	

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de			
				Muertos	Lesionados	Evacuados	
9-11	Francia, Chateauf. L.	Fuga (refinería)	Propano, butano, nafta	6	1		
1993	7-01	Corea del Sur, Chongju	Fuego	Gas L.P.	27	50	
	6-08	China, Shenzhen	Explosión en una bodega	Sustancias químicas, gas	>12	168	
	28-09	Venezuela, Tejerias	Explosión del alcantarillado	Gas	53	35	
	11-10	China, Baohe	Explosión	Gas Natural	70		
1994	30-03	Francia Courbevoie	Fuga	Gas	1	59	
	7-12	Corea, Seoul	Explosión en el centro de la ciudad	Gas natural	7	50	>10000
	14-12	Mozambique, Palmeira	Accidente en el transporte	Gas	36		
	28-12	Venezuela	Explosión en una tubería		50	10	
1995	28-04	Corea, Taegu	Construcción en transporte subterráneo	Gas L.P.	101	140	>10000
	21-10	Indonesia, Cilapcap	Fuego, explosión en una refinería	Gas			
1997	26-01	EUA, Martínez	Fuego y explosión	Hidrocarburos	1	60	
	22-06	EUA, Deer Park	Explosión de una nube de vapor	Hidrocarburos		1	

Tabla 17. Accidentes que involucran algunos derivados del petróleo, 1970-

Fecha	País	Origen del accidente	Productos involucrados	Número de			
				Muertos	Lesionados	Evacuados	
1998	14-02	Camerún Yaoundi	Accidente en el transporte	Productos del petróleo	220	130	
		Nigeria, Jesse	Explosión en oleoducto (por ordeña)	Productos del petróleo	700		
2000	07-07	Rusia, Omsk, Siberia	Incendio (estación de gas) y explosión	Gas, petróleo	3	85	
	07-11	Nigeria, Abuja	Explosión en oleoducto (por ordeña)	Productos del petróleo	250		

Riesgos Geológicos

Este fenómeno, la Ley General de Protección Civil lo define como; Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

Tabla 18. Susceptibilidad a fenómenos geológicos

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Agrietamiento y hundimiento de suelo		X	<p>El atlas nacional de riesgo muestra al municipio donde se ubicará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 como un lugar que no ha presentado hundimientos. Cabe señalar que, en la visita de campo,</p> <div style="background-color: black; color: red; padding: 10px; text-align: center;"> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p> </div>

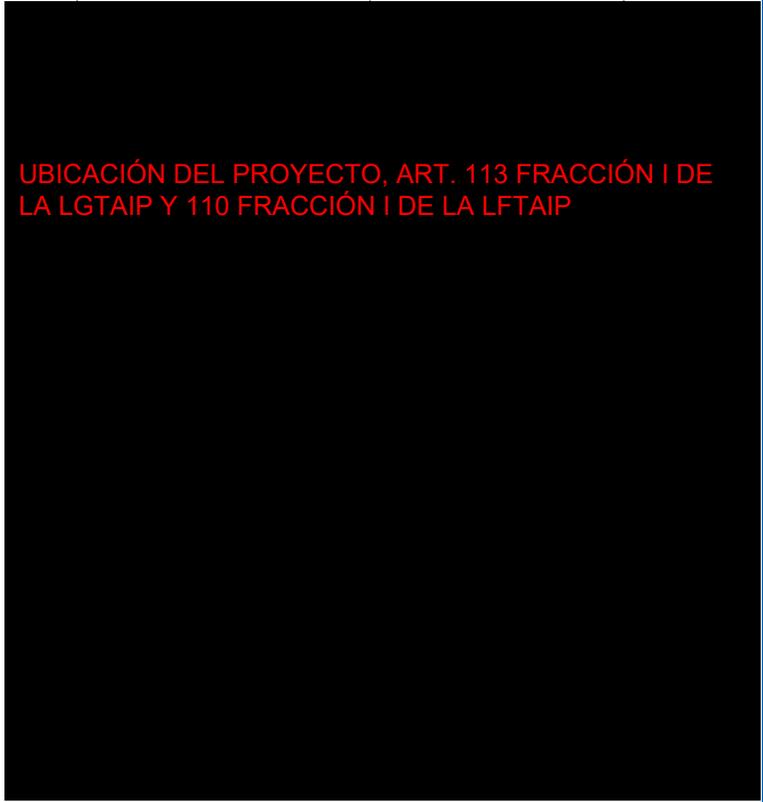
RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Sismicidad	X		<p>Conforme a la regionalización sísmica de la CFE 2015 para la zona donde se encuentra el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se considera de intensidad C, zona de riesgo Alto.</p> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p> <p>Sin embargo en un radio de 10 KM en un periodo del 01 de enero del 2000 a la fecha, unicamente se han presentado 2 sismos de baja intensidad y estos fueron a 7 km de distancia del proyecto</p> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>
Flujo de lodos		X	N lodos.
Derrumbes		X	Dadas las características fisiográficas donde se encuentra la estación no hay riesgo de derrumbes.
Actividad volcánica		X	En esta zona no se cuenta con riesgo de actividad volcánica.

Riesgos Hidrometeorológicos:

Los Riesgos Hidrometeorológicos, son aquellos procesos naturales que se generan por el transporte de materiales (rocas, tierra, lodo, agua) y son capaces de modificar el paisaje, que tienen al agua como principal elemento iniciador (en cualquiera de sus Estados), pudiendo convertirse en una amenaza, de acuerdo a las características de tales procesos y su ocurrencia en áreas ocupadas por el hombre.

Tabla 19. Susceptibilidad a fenómenos hidrometeorológicos

RIESGO	SUSCEPTIBILIDAD		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Heladas y nevadas	X		El atlas nacional de riesgo registra > 120 días por heladas para el sitio donde se ubicará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, lo que es considera como índice Alto por, heladas sin embargo las nevadas son bajas UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP
Tormentas tropicales		X	No es posible su presentación de tormentas tropicales por la ubicación geográfica del estado.
Temperaturas extremas		X	El grado de riesgo se considera bajo, ya que estas no afectan el proceso productivo del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500.
Huracanes		X	Dada la ubicación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, no se presenta este tipo de fenómeno en el municipio.

RIESGO	SUSCEPTIBILIDAD		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Inundaciones		X	<p>El Municipio de Tehuacán presenta un índice de vulnerabilidad de inundaciones Medio y con un de grado de peligro Bajo de que ocurra este fenómeno en esta zona.</p> 

RIESGO	SUSCEPTIBILIDAD		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Vientos		X	<p>La zonificación eólica de CFE muestra una velocidad máxima de 100 a 130 km/h para el lugar donde se ubicará el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, sin embargo, dentro del atlas estatal de riesgo no se muestra este fenómeno como riesgo.</p> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>
Erosión / sequias	X		<p>Se presenta un riesgo Alto para el lugar donde se ubicará Unidad de Control y Reducción RCU 500.</p> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>

RIESGO	SUSCEPTIBILIDAD		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Granizadas		X	<p>El área donde se encontrará el Sistema de Descompresión de GN y la Unidad de Control y Reducción RCU 500 Lite, No presenta Riesgo por granizadas según Atlas Nacional de Riesgos emitido por el CENAPRED.</p> <p>UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</p>

Riesgos Químicos- Tecnológicos:

Los riesgos químico tecnológicos son eventos que se generan por la reacción violenta de diferentes sustancias químicas, que pasan a ser muy inestables por su interacción molecular o nuclear. Estos tipos de fenómenos se encuentran íntimamente ligados al desarrollo industrial y tecnológico y uso de diversas formas de energía y al complejo manejo, utilización y control de éstas. Entre los riesgos químicos tecnológicos se encuentran los siguientes:

- Incendio forestal.
- Incendios.
- Explosiones.
- Fugas y derrames químicos.

En las últimas décadas, en México ha habido un proceso de acumulación de la población en zonas urbanas disminuyendo la población ubicada en áreas rurales, aunado a un crecimiento industrial. Sin embargo, el crecimiento de los centros de población ha sido generalmente en forma desordenada, sin ninguna planeación ni respetando las disposiciones y regulaciones

sobre uso de suelo, zonas de reserva ecológica, zonas vulnerables a ciertos fenómenos naturales y las consideraciones establecidas en los Programas de Desarrollo Urbano.

La actividad productiva en las diferentes instalaciones industriales generalmente implica el almacenamiento y transporte de sustancias químicas, en numerosas ocasiones en grandes volúmenes, siendo muchas de ellas peligrosas, porque poseen características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad y/o corrosividad representando un peligro para la salud humana y/o el medio ambiente a corto o largo plazo, en caso de presentarse un accidente en el que haya liberación de una o más de estas sustancias peligrosas.

Tabla 20. Susceptibilidad a fenómenos químico- tecnológicos

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Incendios urbanos y/o forestales y Explosiones		X	Riesgo de incendio en el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, por fuga de combustibles. Cuyos radios de afectación fueron simulados y presentados en este mismo documento. Además, no se tiene la presencia de pastizales o áreas que puedan propiciar un incendio, sin embargo, si ocurriera algún incendio en cualquier actividad no afectaría a la operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, que nos ocupa el presente Estudio, además de contar con sistemas de paro.
Almacenamiento de sustancias peligrosas	X		El Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 de la Planta Lavapant se abastece con gas natural por medio de contenedores tipo Jumbo, es una forma ideal para el transporte masivo de Gas Natural Comprimido, con una capacidad de almacenamiento de 8,700 m ³

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Fugas y derrames	X		Se presenta el riesgo de fugas de gas natural en el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 al realizar la descompresión del mismo, por alguna falla o fractura en el sistema.
Transporte de sustancias químicas peligrosas		X	El transporte de las sustancias peligrosas se realiza a través de terceros.
Radiación			No se manejan materiales radiactivos.

Riesgos Sanitarios- Ecológicos:

Se define el fenómeno sanitario – ecológico como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, animales y las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos (Artículo 3° Ley General de Protección Civil).

Tabla 21. Susceptibilidad a fenómenos sanitarios- ecológicos

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Epidemias	X		Declaratoria de pandemia en marzo del 2020 por la presencia del virus “SARS-CoV-2” (COVID-19) y en el año 2009 por la presencia de la Influenza A1H1N1
Plagas		X	Un almacenamiento y disposición final inadecuada de los residuos sólidos urbanos dentro de la Planta Lavapant o bien, un sistema deficiente de fumigación, puede generar plaga de fauna nociva en la misma, lo cual se considera con poca probabilidad de ocurrencia.

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Contaminación		X	El riesgo es bajo ya que el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, contará con las autorizaciones solicitadas por las diferentes autoridades Municipales, Estatales y de la ASEA.

Riesgos Socio – Organizativos:

Los riesgos socio – organizativos se definen como: calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

En caso de que ocurra algún accidente en los alrededores de la Empresa, el personal se encontrará debidamente capacitado para actuar en caso de cualquier emergencia.

Tabla 22. Susceptibilidad a fenómenos socio – organizativos

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Interrupción de servicios		X	Riesgo bajo, ya que la energía eléctrica es administrada por la CFE. En cuanto al agua potable la falta de esta no afectaría l o s servicios directos del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500
Concentración masiva de población	X		En un radio de 500 metros se tiene la presencia de centros masivos de población como lo son algunas empresas, centros comerciales, tiendas de autoservicio así mismo, casas habitación cercanas a la Planta Lavapant
Accidentes terrestres, marítimos, fluviales	X		Se pueden presentar accidentes terrestres sobre la Carretera Federal Tehuacán-Puebla

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Sabotaje / terrorismo	X		El riesgo es bajo no teniendo antecedentes en la zona, sin embargo dadas las condiciones prevalecientes en el país, se considera importante contar con un procedimiento para la atención de este tipo de emergencia
Robo	X		El riesgo es bajo no teniendo antecedentes en la zona, sin embargo dadas las condiciones prevalecientes en el país, se considera importante contar con un procedimiento para la atención de este tipo de emergencia

Una vez revisando la literatura, se tiene que los principales riesgos a los que es susceptible el inmueble son:

En cuestiones de riesgos climáticos como lo son las inundaciones, heladas, se consideró el bienestar del trabajador ya que estos riesgos afectan directamente a los trabajadores y en mínima porción a las instalaciones de la estación, para lo cual cuentan con un programa de mantenimiento de las instalaciones.

Los principales riesgos que tiene el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, son internos ya que es vulnerable y tienen mayor nivel de riesgo:

1. Incendios: pudiendo ser eléctricos y a causa de una chispa que entre en contacto con el gas natural proveniente de una fuga. Para evitar este tipo de riesgo se cuenta con la política de no fumar tanto despachadores como clientes. Se recomienda contar siempre con extintores cargados, libres de obstrucción, así como continuar con el mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas en todas las áreas.
2. Fugas: causados al momento de la descompresión del semirremolque la estación, por algún descuido, mal funcionamiento en los accesorios o instrumentación; o bien por alguna fuga o ruptura de las tuberías, por falta de manteamiento, falta de supervisión y de procedimientos en la operación en la unidad de control, para minimizar estos riesgos se capacitara al personal sobre el manejo de los equipos en la estación y las actividades que se deben llevar acabo al ocurrir un evento de riesgo, de igual forma se lleva a cabo

el mantenimiento preventivo y correctivo en las área del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500.

3. Accidentes terrestres: el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra en la Planta Lavapant la cual se ubica cercana a la carretera Federal Tehuacan-Puebla la cual pudiera ocurrir un accidente vial. Por tal motivo se recomienda llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctico a los dispositivos de seguridad, para que estos sean funcionales en todo momento.
4. Almacenamiento de sustancias químicas: El Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 de la empresa Lavapant, se abastece con gas natural por medio de contenedor tipo Jumbo, es una forma ideal para el transporte masivo de Gas Natural Comprimido, con una capacidad de almacenamiento de 8,700 m3

V.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

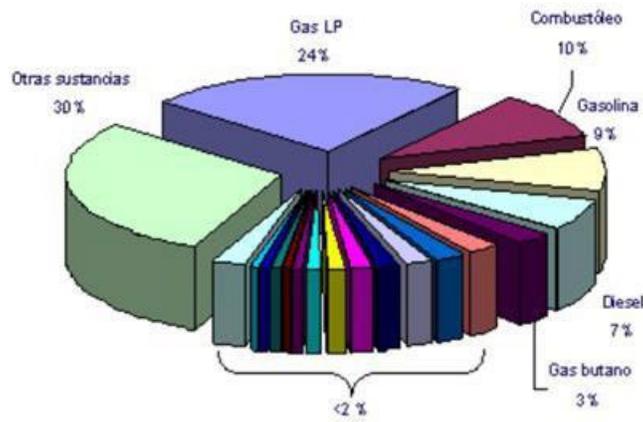


Figura 41. Sustancias químicas involucradas en accidentes que han ocurrido en el transporte (Enero 1997 – Diciembre 2000)

Se han detectado 143 accidentes en el período de 1990-1995.

El movimiento de personas y bienes a través de México se lleva a cabo usando distintos medios de transporte, y en ello influye la cantidad de personas y bienes involucrados, el tipo y características particulares de los materiales, las distancias a recorrer, tiempos de recorrido y costos involucrados.

De acuerdo a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en México se tiene contemplados 15 ejes troncales de comunicación carretera, los cuales atraviesan prácticamente a todo el país e interconectan a los distintos tipos de carreteras con las cuales se cuenta. La siguiente figura muestra estos ejes troncales.



Figura 42. Ejes troncales de la red carretera de México

Ya que el movimiento de las personas y materiales usados en las actividades industriales, comerciales y de servicios varían en forma importante de región a región de México, es claro que el número de accidentes que ocurren se ven afectados por el número de recorridos que llevan a cabo las unidades de transporte, tanto de tipo privado como de servicio público federal.

De acuerdo con la información registrada, los caminos que presentan un mayor número de accidentes (donde se involucran sustancias químicas) son los indicados en la siguiente tabla.

Tabla 23. Relación de accidentes en carreteras que involucran sustancias químicas (1996-2000)

No. de Carretera	Carretera	Número de Accidentes	% Total Nacional
57	México – Piedras Negras	268	8.70
150	México – Veracruz	213	6.92
45	México – Ciudad Juárez	168	5.45
180	Costera del Golfo	159	5.16
15	México – Nogales	151	4.90
190-D	Autopista 5 de Mayo	137	4.45
85	México – Nuevo Laredo	119	3.86
200	Costera del Pacífico	114	3.70
136	México - Zacatepec	106	3.44
40	Matamoros – Mazatlán	96	3.11
130	México - Tuxpan	84	2.73
70	Ciudad Valles – Tampico	80	2.60
145	Ciudad Alemán - Sayula	80	2.60
80	Matamoros – Puerto Juárez	71	2.30
37	Carapan – Playa azul	70	2.27
185	Transístmica	66	2.14
02	P.G. Lauro del Villar - Tijuana	48	1.56
01	Transpeninsular Benito Juárez	47	1.52

No. de Carretera	Carretera	Número de Accidentes	% Total Nacional
95	Cuernavaca - Chilpancingo	43	1.40
140	México - Veracruz	39	1.27
110	San Luis de la Paz - Manzanillo	36	1.17
	Otras carreteras	490	15.18
	Sin identificación	192	6.20
	Ocurridos en ciudad	125	4.06
	Sin número de identificación	38	1.23

De acuerdo a la información de la tabla anterior una parte importante de los accidentes ocurren en los denominados ejes troncales.

De acuerdo a los resultados registrados en la base de datos ACARMEX, las causas de accidentes registradas son muy variadas, y pueden ser clasificadas como:

- Imputables al conductor.
- Condiciones físico mecánicas del vehículo.
- Condiciones del camino.
- Condiciones climáticas que prevalecen en el momento del evento.

A nivel mundial se tiene registrado que el mayor número de accidentes son imputables al conductor, lo cual deriva en una amplia variedad de condiciones que incluyen desde cansancio, estado de somnolencia, imprudencia en el manejo (exceso de velocidad, rebase indebido, no obedecer señales de precaución, etc.) y presentar diversos grados de intoxicación (por alcohol, drogas o medicamentos) entre otros

Las carreteras siguen siendo uno de los factores más importantes para el desarrollo económico y social de México, constituye la principal forma de comunicación. Los caminos y carreteras propician la creación de cadenas productivas e impulsan el comercio y la producción industrial. En el 2016, este modo de transporte movilizó el 56.09% de la carga.

Durante el 2016 el Sistema de Emergencia en Transporte para la Industria Química (SETIQ), atendió 66 emergencias, de enero a marzo fueron los meses con mayor incidencia y los gases fueron los más involucrados.

La Normatividad en México permite, el uso de unidades de transporte mientras estos cumplan con un plan de mantenimiento y que las unidades estén en perfectas condiciones. Para eso deberán ser sometidos a verificaciones de condiciones físico – mecánicas, así como también la de emisiones contaminantes.

Respecto a los accidentes reportados al Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química (SETIQ), los reportes fueron menores a los registrados en años anteriores, llegando a 66 reportes, 45 por debajo del año pasado, como se puede observar en la siguiente figura, el índice de accidentes bajó considerablemente en el año 2016.

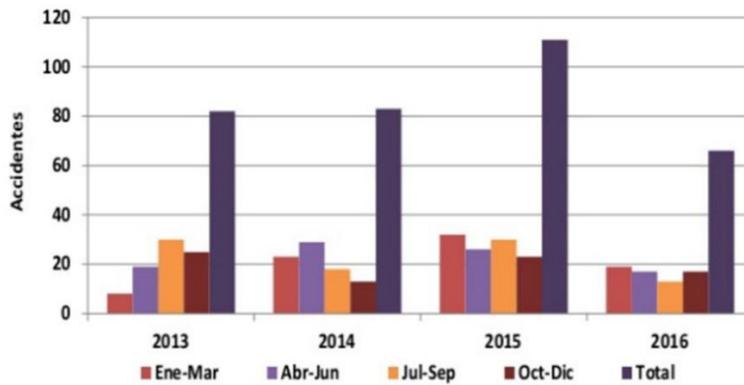


Figura 43. Accidentes reportados por trimestre

Fuente: Bases de Datos SETIQ, ANIQ

En los reportes trimestrales del 2016, los accidentes se han mantenido en un rango de 13 – 19 accidentes por lo cual se puede ver el decremento en todos los trimestres comparados con los de años anteriores.

El mayor flujo de carga en México, reside en la parte central del territorio, lamentablemente por esta situación, los accidentes se generalizan en estas zonas, como se describe en la Figura 44 y en la Tabla 24.

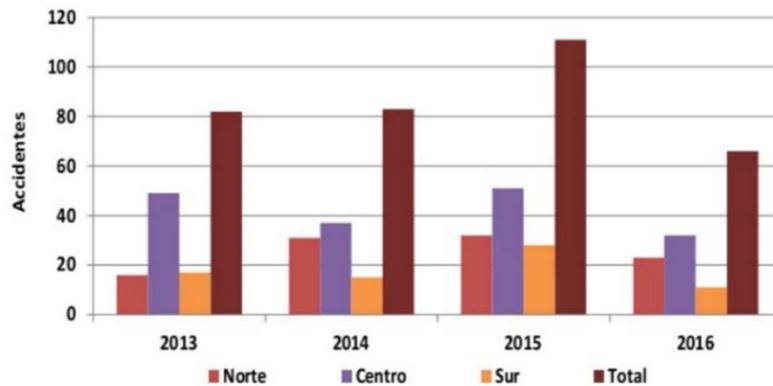


Figura 44. Accidentes por Zona del País

Fuente: Bases de Datos SETIQ, ANIQ

Tabla 24. Recurrencia de Accidente por la zona del País

ZONA	2013	2014	2015	2016
Norte	16	31	32	23
Centro	49	37	51	32
Sur	17	15	28	11
Total	82	83	111	66

Fuente: Base de Datos SETIQ, ANIQ

Gran parte de las emergencias recibidas y registradas en el SETIQ involucran al gas L.P. y en segundo lugar los líquidos inflamables, siendo las unidades que transportan combustibles las de mayor incidencia, siguiendo la misma tendencia de los años anteriores.

Las emergencias con gases también han ido en aumento en los últimos 4 años.

Tabla 25. Reportes de accidentes por estado físico de la sustancia

ESTADO FÍSICO	2013	2014	2015	2016
Gas	14	18	19	56
Líquido	57	59	89	10
Sólido	11	6	3	0

Fuente: Base de Datos SETIQ, ANIQ

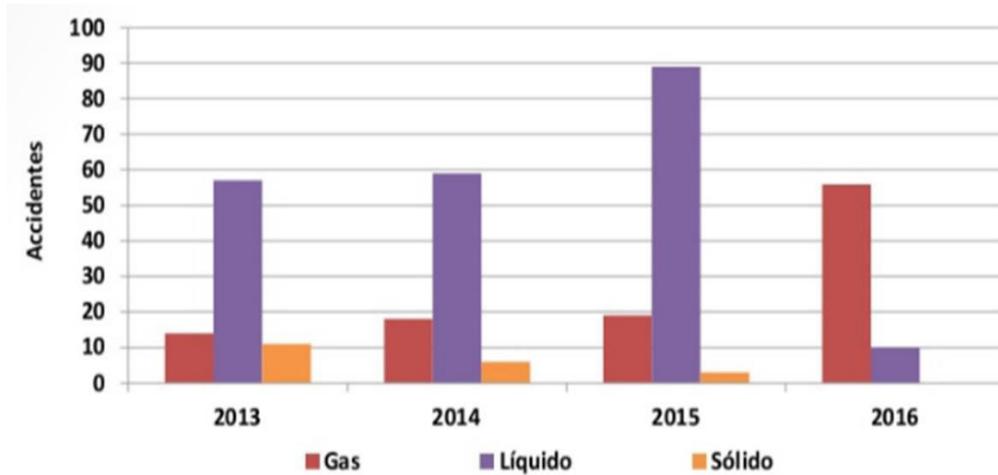


Figura 45. Accidentes por Estado Físico de la Sustancia

Fuente: Base de Datos SETIQ, ANIQ

La distribución de gas natural es considerada una actividad peligrosa, dadas las características particulares de este material combustible, de las que se destacan su inflamabilidad y, por otro lado, se tiene la característica de que su densidad relativa sea menor al compararla con el aire.

El gas natural, junto con el gas L.P. se encuentra entre las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales reportadas a la Procuraduría de Protección al Ambiente entre los años 2009 y 2010, aunque son de las que menos participación tiene con tan solo el 3% de los incidentes, como lo muestra la siguiente figura.

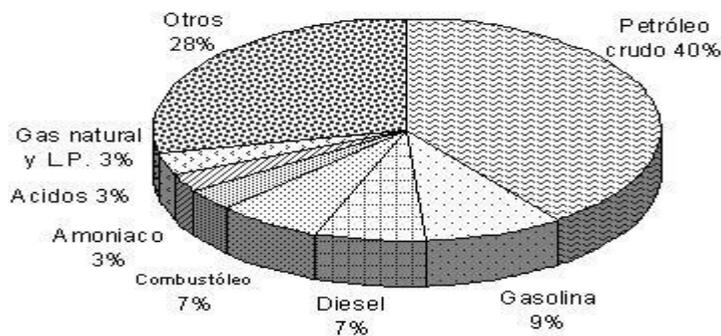


Figura 46. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales

De los accidentes encontrados que involucran gas natural, en su mayoría se trata de incendios o explosiones en ductos de transporte de las empresas distribuidoras o ductos de

Pemex, con diámetros superiores a los 14", la mayoría de ellos causados por daño a la tubería o a sus accesorios.

Entre los accidentes más comunes que se pudieran presentar en instalaciones de este tipo están:

Estación de descompresión

- Generación de fuga de gas natural debido a:
 - ✓ Soldadura deficiente en un tramo de la línea de tubería
 - ✓ Maltrato de equipos por agresión de terceros
 - ✓ Desgaste de válvulas y conexiones
 - ✓ Mal funcionamiento del sistema
 - ✓ Descontrol de la presión

Red de Distribución

- Fuga de gas natural debido a generación de fisuras en tubería por interferencia externa, defecto de construcción del tramo o por efectos de corrosión
- Nube de gas natural formada por una fuga
- Incendio provocado por la exposición del gas natural liberado a una fuente de ignición
- Deflagración de nube de gas natural generada por fuga del material y al exponerse a fuente de ignición.

Consultando la literatura especializada, se encontró que la probabilidad de ocurrencia que presentan los riesgos principales en este tipo de instalaciones son de dos tipos: fallas operativas y fallas humanas.

Las fallas operativas se refieren a las condiciones que prevalecen en la instalación y se atienden a través del diseño adecuado y buenas prácticas de ingeniería por lo que la revisión de Normas, Códigos, Estándares y preceptos contenidos en las leyes y reglamentos que rigen la actividad, resulta obligada.

Las fallas humanas son el resultado de una actuación errónea del personal y su prevención es con base en los programas de capacitación permanente.

V.1.3. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo

V.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo

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

Con el fin de determinar cuáles de los eventos son de atención prioritaria, se realizó la evaluación cuantitativa de una Matriz de Jerarquización de Riesgos, la cual permite obtener el índice o grado de riesgo de un evento, en función de su frecuencia y magnitud de las consecuencias.

Los índices de frecuencia y severidad usados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 26. Índices de Frecuencia

Rango	Frecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez al año
3	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente Raro	Ocurre una vez cada 100 años o más

Tabla 27. Índices de severidad

Rango	Severidad	Descripción
4	Catastrófico	Muertes dentro o fuera del lugar Daños y pérdidas de producción mayores a \$1'000,000
3	Severa	Heridos múltiples Daños y pérdidas de producción entre US\$100,000 y \$1'000,000
2	Moderada	Heridas ligeras Daños y pérdidas de producción entre US\$10,000 y \$100,000

Rango	Severidad	Descripción
1	Ligera	No hay heridas Daños y pérdidas de producción menores a US\$10,000

En conjunto de la matriz de Jerarquización de riesgos mostrada a continuación, se puede determinar el Índice de Riesgo, el cual nos permite establecer la aceptabilidad o inaceptabilidad de un evento que se pudiera presentar en la estación de descompresión o la línea de distribución de gas natural.

Tabla 28. Matriz de Jerarquización de riesgos

Índice de Riesgos			Consecuencias			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
Frecuencia	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente raro	1	1	2	3	4

Finalmente, el índice de riesgo resultante se evalúa contra los valores de la siguiente tabla para determinar si se requiere o no intervención.

Tabla 29. Índice de riesgo

Rango	Riesgo	Descripción
1,2,3	Aceptable	Rango general aceptable. No se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
4 A 6	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso.
7, 11	Indeseable	Se deben revisar tanto los procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 12 meses.

Rango	Riesgo	Descripción
12 a16	Inaceptable	Se deben revisar tanto los procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 6 meses.

Tomando en cuenta los datos anteriores, podemos definir los riesgos para el proyecto de la manera siguiente:

Es importante resaltar que la estación de descompresión 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 aunarle o reducirle algún riesgo.

Como se ha mencionado, la estación podría ser un solo nodo parte de un proceso, sin embargo, debido a que el estudio está orientado a este equipo en específico, 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 segundo regulador
- Nodo 3: De la salida del segundo regulador a la salida al usuario (pasando por la 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 son donde se hace un cambio en la presión y que es la variable principal en este tipo de sistemas.

En el **Anexo técnico** se muestra un diagrama de flujo DTI de los reguladores que se muestra la división en los nodos.

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:

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

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:

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

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 información mencionada puede ser consultada de forma completa en el **Anexo técnico**.

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.

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
1. Entrada a estación de descompresión previo a regulación	156.40	21.6
Evento por nodo 1	Por evento	
	Magnitud	Probabilidad
1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	9.0	3.0
1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	0.7	0.1
1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	0.3	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

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
2. Tubería de la estación de descompresión posterior a primer regulador	175.8	27.6
Evento por nodo 2	Por evento	
	Magnitud	Probabilidad
2.1.- Deterioro de líneas y accesorios de regulación (válvulas) de gas.	63.0	3.0
2.2.- Fuga de gas en tubería	63.0	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
Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
3. Tubería a la salida de la descompresora	146.6	27.6
Evento por nodo 2	Por evento	
	Magnitud	Probabilidad
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:

- A. Fuga de gas natural
- B. Fracturas de material
- C. Ausencia de flujo
- D. No mantenimiento
- E. No supervisión ni procedimientos
- F. Condiciones de operación excedidas
- G. No existe capacitación
- H. 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.

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 **Anexo Técnico** y que son derivados a partir de los radios de afectación por nodo.

Resumen de la jerarquización de riesgos:

Tabla 30. Matriz de Jerarquización de Riesgos nodo 1

ÍNDICE DE RIESGOS			CONSECUENCIAS			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
FRECUENCIA	Frecuente	4				
	Poco Frecuente	3				
	Raro	2	C	A, B, H, D, E	G	
	Extremadamente Raro	1		F		

Tabla 31. Matriz de Jerarquización de Riesgos Nodo 2

ÍNDICE DE RIESGOS			CONSECUENCIAS			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
FRE	Frecuente	4				
	Poco Frecuente	3				
	Raro	2	C	A, B, H, E, D	G	
	Extremadamente Raro	1		F		

Tabla 32. Matriz de Jerarquización de Riesgos Nodo 3

ÍNDICE DE RIESGOS			CONSECUENCIAS			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
FRECUENCIA	Frecuente	4				
	Poco Frecuente	3				
	Raro	2	C	A, B, H	D, E, G	
	Extremadamente Raro	1		F		

En donde:

	Riesgo Inaceptable
	Riesgo indeseable (Alto)
	Riesgo aceptable con controles (intermedio)
	Riesgo aceptable (Bajo)

La jerarquización del riesgo está en función de la combinación de los factores establecidos, considerando que, a mayor calificación, mayor riesgo y viceversa.

Los eventos identificados tienen los siguientes niveles de riesgo:

Tabla 33. Niveles de Riesgo

Categoría de Riesgo	NODO 1	NODO 2	NODO 3
Riesgo aceptable	1	1	1
Riesgo aceptable con controles	7	7	7
Riesgo indeseable			
Riesgo inaceptable			

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 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 menor comparable a los otros dos nodos.

Es importante mencionar que todos los riesgos en temas de severidad caen en regiones donde la misma es alta, esto debido a que la estación se encuentra en una zona industrial de superficie importante, donde interactúan industrias manufactureras, alimenticias y de construcción, así como, usos de recreación pertenecientes a un club deportivo.

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 ha 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.

V.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo

V.2.1. Análisis de frecuencias

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

V.2.2. Análisis de consecuencias

Como se ha mencionado actualmente la Planta Lavapant utiliza el Gas L.P. como combustible para el funcionamiento de sus equipos, sin embargo, la empresa pretende hacer el cambio de combustible por Gas Natural. Este combustible, presenta las siguientes ventajas sobre otros combustibles, incluyendo el gas L.P.:

- Tiene combustión muy limpia, no emite cenizas ni partículas sólidas a la atmósfera, genera una reducida emisión de óxidos de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono e hidrocarburos y prácticamente no genera dióxido de azufre.
- Es seguro de transportar.
- Tiene una alta seguridad de operación, ya que al ser más ligero que el aire, se evita su concentración y reduce el riesgo de explosiones en fugas.
- Reduce costos de mantenimiento de los equipos de combustión.

Es por este motivo que se decidió instalar un Sistema de Descompresión de Gas Natural,

el cual consta de una Unidad de Control y Reducción de Gas Natural con un flujo de 500 m³/Hr, donde se contará con la siguiente estructura para su funcionamiento:

- Unidad de Control y Reducción 500 Lite
- Superficie de concreto para la estación de descompresión y para el área de descarga.
- Tomas de descarga equipadas con mangueras y conectores para enviar el gas comprimido del tracto camiones al equipo descompresor.
- Protecciones.
- Tubería de gas natural desde la estación de descompresión hasta los equipos de combustión de la Planta Lavapant.

El objetivo de la Estación de Descompresión es reducir la presión del gas natural comprimido (GNC) proveniente de vehículos (contenedores) para alimentar las redes de distribución de la Planta Lavapant.

Nuevamente es de relevancia añadir que el Sistema de Descompresión de Gas Natural contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.

Sin embargo, contemplando los escenarios de riesgo, se presentan en este Estudio las simulaciones de formación de nube explosiva, incendio y explosión por la operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural considerando el evento que representa la mayor probabilidad de ocurrencia y riesgo.

Así, los escenarios de riesgo a simular se han propuesto realizar en el nodo 1, 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:

- ✓ **Fuga de gas natural durante la descarga de semirremolque debido a una mala conexión de la manguera y que propicia la liberación del combustible de uno de los cilindros del semirremolque.**

Para los cuales se simularán los siguientes riesgos:

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

Para determinar los radios de riesgo, para el caso del área inflamable se utilizó el software ALOHA (Aerial Location of Hazardous Atmospheres) 5.4.5. El cual se describe a continuación.

ALOHA es un software desarrollado con el apoyo de la Emergency Response Division (ERD), una división de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en colaboración con the Office of Emergency Management of the Environmental Protection Agency (EPA). Su principal propósito es proporcionar estimaciones para la respuesta a emergencias de algunos riesgos comunes asociados con el derrame de químicos.

Además, ALOHA provee estimados de algunos riesgos asociados con la fuga o liberación accidental a corto tiempo de sustancias químicas inflamables y volátiles. Este software está enfocado específicamente con riesgos a la salud humana asociados con la inhalación de vapores de sustancias químicas tóxicas, radiaciones térmicas provocadas por el incendio de sustancias químicas, y el efecto de las ondas de presión por nubes explosivas.

ALOHA usa una interface gráfica para el ingreso de datos, así como para la visualización de resultados. El área donde exista la probabilidad de exposición de vapores tóxicos, atmosferas inflamables, explosión de nubes de vapor por sobrepresión, o radiación térmica debido a un incendio, son representadas gráficamente a través de zonas de riesgo. Estas zonas de riesgo, representan el área dentro de la cual la exposición a nivel del suelo excede el nivel de interés especificado por el usuario cierto tiempo después de iniciada su liberación. Todos los puntos dentro de las zonas de riesgo experimentan una exposición pasajera excediendo el nivel de interés a un cierto tiempo siguiendo la fuga o liberación; por lo que es un registro de la exposición máxima prevista sobre el tiempo.

El software ALOHA está diseñado para predecir riesgos asociados con derrames a escalas típicas de accidentes de transporte. Las escalas típicas para las zonas de riesgo están en el rango de 102 a 105 metros, con duraciones de hasta 1 hora.

La velocidad a la que una sustancia química se transforma en el aire es crítica por el tamaño y duración de un toxico o nube inflamable. Aloha emplea una serie de modelos para estimar la velocidad a la cual, una sustancia química es liberada de un confinamiento y entra a la atmosfera; estos modelos se conocen como modelos de intensidad. Este software puede predecir la intensidad por medio de cuatro clases generales de liberación de sustancias químicas o fuentes:

- Directa. - es una liberación instantánea o continua de vapores de sustancias químicas al aire a partir de un solo punto.
- Charco. - un charco de área constante el cual puede contener un líquido hirviente o no hirviente.
- Tanque. - un tanque cilíndrico o esférico a nivel de piso con un orificio o una válvula con fuga. El tanque puede contener un líquido, gas presurizado o gas licuado a presión. El contenido del tanque puede liberarse directamente a la atmosfera o primero formar una dispersión en forma de alberca que se evapora.
- Tubería de gas. - una tubería presurizada que contiene gas, ya sea conectado a un recipiente muy grande o que no esté conectada a algún contenedor.

ÁREA INFLAMABLE DE NUBE DE VAPOR

El programa ALOHA utiliza como niveles para determinar el área inflamable el límite inferior de explosividad (LEL), el cual representa la concentración del vapor combustible en el aire. Este sirve para determinar si la nube de vapor que entre en contacto con una fuente de ignición se incendia o no, dependiendo si su concentración sobrepasa ese valor.

Puesto que los niveles de concentración estimados por el programa son concentraciones promediadas en el tiempo; que en una nube de vapor real habrá áreas donde la concentración es más elevada que el promedio y áreas donde será inferior; y que resultados en experimentos han demostrado que puede haber ignición cuando se tengan concentraciones promedio por encima del 60% del LEL en una nube de vapor; ALOHA usa el 60% del LEL como el valor umbral para la zona de riesgo, y el 10% del LEL para la concentración default de la zona de amortiguamiento.

- Valor umbral para zona de Riesgo: 60% del LEL
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 10% LEL

(Fuente: Manual del usuario de ALOHA de la EPA)

Evento 1: Fuga de gas durante la descarga de semirremolque debido a una mala conexión de la manguera

Se considera la fuga de gas natural durante la descarga del semirremolque el cual se encuentra a 250 bar. Para efectos de cálculo, se considera el semirremolque como un tanque de almacenamiento de 5,000 L agua de capacidad, y que la fuga ocurre en una de las conexiones, la cual es de 2 pulgadas.

Los datos que se introducen en el programa son:

- Volumen del tanque: 5000 L
- Temperatura interna del gas en tanque: 20°C
- Presión interna: 250 bar= 246.7 atm
- Diámetro de apertura: 2 pulga

1.1. Determinación del Área de Nube de Vapor

Tabla 34. Resultados de Evento Hipotético 1.1

PARÁMETRO	RESULTADO
Duración de la fuga	2 minutos
Velocidad de fugado	883 kg/min
Cantidad liberada	923 Kg
Distancia zona de riesgo (60% LEL)	528 m
Distancia zona de amortiguamiento (10% LEL)	1 km

Text Summary

ALOHA® 5.4.7



```

SITE DATA:
Location: TEHUACAN, PUEBLA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)
Time: January 17, 2023 1245 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: METHANE
CAS Number: 74-82-8
Molecular Weight: 16.04 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm
Ambient Boiling Point: -163.9° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 1 meters/second from NE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: F
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 0.80 meters Tank Length: 9.95 meters
Tank Volume: 5000 liters
Tank contains gas only Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 1.02 tons Internal Press: 240 atmospheres
Circular Opening Diameter: 2 inches
Release Duration: 2 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 883 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 923 kilograms

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Gaussian
Red : 528 meters --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 1.0 kilometers --- (5000 ppm = 10% LEL)
    
```

Figura 47. Resultados de simulación Evento 1.1

Flammable Threat Zone

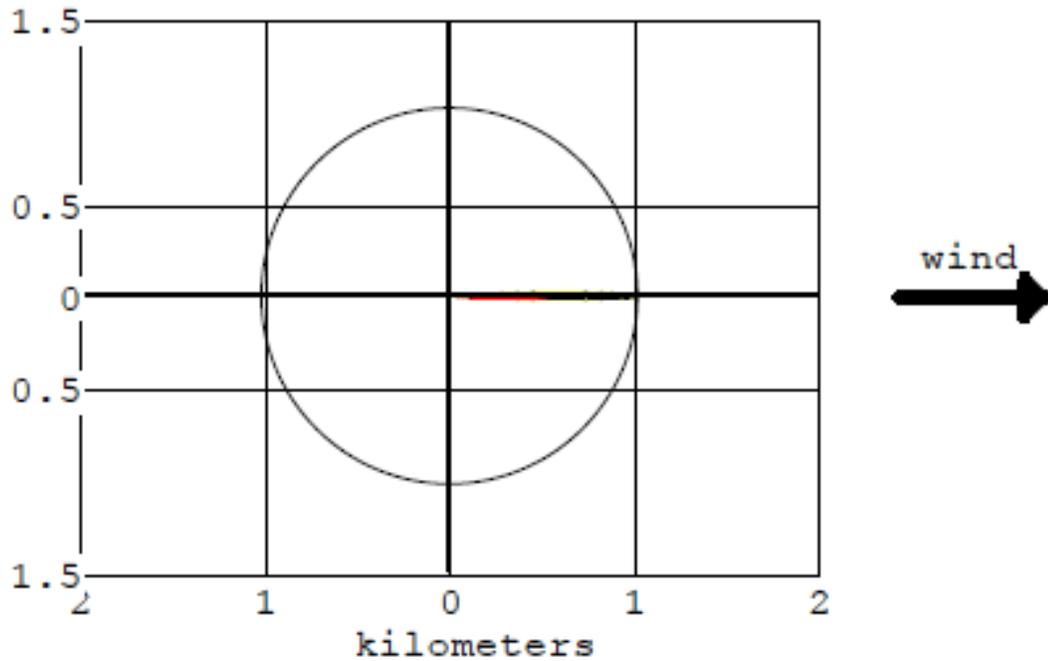


```

Time: January 17, 2023 1245 hours ST (using computer's clock)
Chemical Name: METHANE
Wind: 1 meters/second from NE at 3 meters

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Gaussian
Red : 528 meters --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 1.0 kilometers --- (5000 ppm = 10% LEL)
    
```

kilometers



- greater than 30000 ppm (60% LEL = Flame
- greater than 5000 ppm (10% LEL)
- wind direction confidence lines

Figura 48. Gráfico de Evento 1.1

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

Figura 49. Radios de afectación del Evento 1.1

Así mismo, se llevaron a cabo las simulaciones de incendio y explosión de gas natural, por lo que se utilizó el software SCRI para tal fin, a continuación, se describen los modelos utilizados:

Modelo de simulación para análisis de consecuencias por fuego y explosiones SCRI

Modelo de evaluación de daños provocados por nubes explosivas SCRI

El modelo de evaluación de daños provocados por la explosión de una nube de gas o vapor inflamable involucra el cálculo para determinar un potencial explosivo aproximado de sustancias empleadas en la industria. Dentro de las sustancias que se contemplan en el modelo como factibles de formar nubes explosivas se tienen:

- Gases contenidos a una presión.
- Gases mantenidos en estado líquido por efecto de alta presión o baja temperatura.
- Líquidos combustibles o inflamables mantenidos a una temperatura superior a la de su punto de ebullición y que se encuentran en estado líquido por efecto de presión (se excluyen las sustancias cuya viscosidad sea mayor a 1×10^6 centipoises o que posean puntos de fusión mayores a 100 °C).
- La fuga de material (almacenado o en proceso) es instantánea, excluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.
- Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (calor de combustión del TNT = 4680 kJ/kg).
- La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21.1 °C (70 °F).
- Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo.

Para determinar la magnitud de la fuga de material explosivo en una planta, se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables: a) El Daño Máximo Probable (DMP) y b) El Daño Máximo Catastrófico (DMC).

La magnitud de la fuga bajo un escenario de DMP se estima considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
- No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga.

Bajo un escenario de DMC, la magnitud de la fuga se estima considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente del proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí. No se tendrá en cuenta la existencia de válvulas automáticas.
- Se considerará la destrucción o daños graves de tanques de almacenamientos mayores, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
- Se considerarán las fugas en tuberías de gran capacidad que sean alimentadas desde instalaciones remotas, exteriores o interiores, asumiendo que la tubería será dañada seriamente y que la duración de la fuga es de media hora.
- No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes cercanas de ignición.
- Se incluirán los gases y líquidos empleados como combustibles.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetro mayores. El objetivo del modelo es entonces determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en instalaciones.

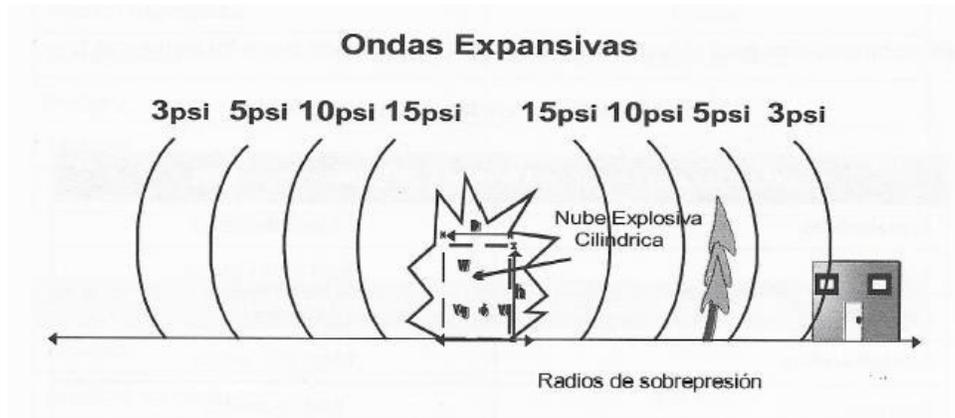


Figura 50. Esquema conceptual del modelo de nubes explosivas

EL modelo de equivalencia de TNT es fácil de utilizar y se ha aplicado en muchos estudios de riesgo. Es descrito por Baker et al (1983), Decker (1974), Lees (1986,1996) y Stull (1977).

El modelo se basa en la suposición de una equivalencia entre el material inflamable y el TNT, por un factor denominado eficiencia de la explosión n:

$$W = \frac{\eta M H_c}{H_{TNT}}$$

Donde:

W = masa equivalente de TNT (kg)

η = factor de eficiencia de la explosión (sin unidades)

M = masa de la sustancia inflamable (kg)

H_c = calor de combustión de la masa inflamable (kJ/kg)

H_{TNT} = calor de combustión del TNT (4680 KJ/kg según Risk Management Program EPA)

El factor n es adimensional y determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión. Para muchos materiales el valor de E se encuentra dentro del rango de 0.1 a 0.01 para las nubes explosivas aquí consideradas se emplean los valores:

n= 0.02 cuando el escenario se considera de DMP

n= 0.03 cuando el escenario se considera de DMP para Gas Natural

n= 0.10 cuando el escenario se considera de DMC

Los criterios de DMP y DMC en este caso se relacionan únicamente con la eficiencia de la exposición, siendo independientes de los criterios mencionados anteriormente los cuales están relacionados con la estimación de la magnitud de la fuga del material.

Para calcular la sobrepresión, los parámetros importantes son la sobrepresión pico o la sobrepresión máxima p^0 , el tiempo de llegada t_a , el tiempo de duración de la fase positiva t_d , y el impulso de sobrepresión i_p , que está definido como el área bajo el pulso de duración positiva:

$$i_p = \int_0^{t_d} P dt$$

El impulso es un aspecto importante en la posibilidad de causar daño por la explosión de estructuras puesto que es un indicativo de la energía total dentro de la onda de choque

Los parámetros indicados arriba se pueden escalar utilizando las siguientes ecuaciones

$$p_s = \frac{p^0}{p_a}$$

$$i_s = \frac{i_p}{W^{1/3}}$$

$$\tau_d = \frac{t_d}{W^{1/3}}$$

$$\tau_a = \frac{t_a}{W^{1/3}}$$

Los efectos de la explosión para una carga de TNT están bien documentados y las ecuaciones para los cálculos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 35. Ecuaciones para los cálculos para los efectos de explosión.

Const	Rango	Función			
		Sobrepresión p^0 (kPa)	Impulso i_p (Pa s)	Tiempo de duración t_a (ms)	Tiempo de llegada t_a (ms)
	1	$0.0674 \leq Z \leq 40$	$0.0674 \leq Z \leq 0.955$	$0.178 \leq Z \leq 1.01$	$0.0674 \leq Z \leq 40$
	2		$0.955 \leq Z \leq 40$	$1.01 \leq Z \leq 2.78$	
	3			$2.78 \leq Z \leq 40$	
a	1	-0.214362789151	2.06761908721	1.92946154068	-0.20242571617800
	2		-1.94708846747	-2.12492525216	
	3			-3.53626218091	
b	1	1.3503424999300	3.0760329666	5.2509193925	1.37784223635000
	2		2.40697745406	9.2996288611	
	3			3.46349745571	
c0	1	2.7806916577000	2.52455620925	-0.614227603559	-0.05916342880460
	2		1.67281645863	0.315409245784	
	3			0.686906642409	
c1	1	-1.6958988741000	-0.502992763686	0.130143717675	1.35706196258000
	2		-0.0384519026965	-0.0297944268976	
	3			0.0933035304009	
c2	1	-0.0154159370840	0.171335645235	0.134872511954	0.05249279864500
	2		-0.0260816706301	0.030632955288	
	3			-0.0005849420883	
c3	1	0.5140607305930	0.0450176963051	0.0391574276906	-0.19656395408600

Const	Rango	Función			
		Sobrepresión p^0 (kPa)	Impulso i_p (Pa s)	Tiempo de duración t_d (ms)	Tiempo de llegada t_a (ms)
	2		0.0059579875382	0.0183405574086	
	3			-0.00226884995013	
c4	1	0.09885543652740	-0.01118964626402	-0.00475933664702	-0.06017700522880
	2		0.014544526107	-0.0173964666211	
	3			-0.00295908591505	
c5	1	-0.29391262303800		-0.00428144598008	0.06963602708910
	2		-0.06632893347340	-0.00106321963633	
	3			0.00148029868929	
c6	1	-0.02681123450190			0.02152974900920
	2		-0.00284189327204	0.005620600309770	
	3				
c7	1	0.10303949642100			-0.01616589307850
	2		0.00136448162270	0.00016182174990	
	3				
c8	1	0.00162846756311			-0.00232531970294
	2			-0.00068601889440	
	3				
c9	1	-0.02146310302420			0.00147752067524
	2				

Const	Rango	Función			
		Sobrepresión p^0 (kPa)	Impulso i_p (Pa s)	Tiempo de duración t_d (ms)	Tiempo de llegada t_a (ms)
	3				
c10	1	0.00014567233820			
	2				
	3				
c11	1	0.00167847752266			
	2				
	3				

A fin de determinar los daños ocasionados por la nube explosiva se emplea la información de las siguientes tablas, las cuales muestran los efectos de diversos valores de sobrepresión sobre instalaciones y equipos en refinerías y plantas químicas. A estos daños se deben adicionar posibles incendios y explosiones subsecuentes. Para propósitos de espaciamiento en plantas, se recomienda que:

- Una nube explosiva generada en un área no debe cubrir ninguna parte de los edificios o procesos importantes de un área vecina.
- Todos los edificios y equipos importantes de un área deben situarse fuera del círculo correspondiente a una sobrepresión de 0.3 psi que sea generada por la explosión de una nube en un área vecina.
- Los edificios y equipos importantes que puedan ser alcanzados por ondas con valores entre 1 y 3 psi de sobrepresión, deben ser diseñados para resistir una sobrepresión de 2 psi, asumiendo un escenario de DMP ($r_i = 0.02$).
- Sólo las áreas alcanzadas por ondas de sobrepresión de 1 psi o menores pueden ser consideradas como separadas de la zona de riesgo.

Tabla 36. Daños causados por sobrepresión.

Sobrepresión (psig)	Daños Esperados
0.03	Rompimiento ocasional de grandes ventanas ya algo dañadas
0.04	Un ruido alto (143dB); estruendo sónico de fallas en vidrio
0.10	Roturas de ventanas pequeñas bajo tensión
0.15	Presión típica de gallas en vidrio
0.30	Algunos daños para techos caseros; 10% de vidrios de ventana rotos
0.40	Daño estructural menor
0.50-1.0	Ventanas generalmente destrozadas; algunos marcos de ventanas dañados
0.7	Daños menores para estructuras en casas
1.0	Demolición parcial de casas; convertidas en inhabitables.
1.0-2.0	Paneles de metales acanalados desfasados y doblados
1.0-8.0	Rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.

Sobrepresión (psig)	Daños Esperados
1.3	Estructuras de acero de construcciones ligeramente distorsionadas.
2.0	Desplome parcial de paredes y techos de casas
2.0-3.0	Paredes de block recocido o paredes de concreto no reforzado destrozadas.
2.3	Límite inferior de daño estructural grave.
2.4-12.2	Rango de 1-90% de ruptura de tímpano entre la población expuesta.
2.5	50% de destrucción de casas de ladrillo.
3.0	Estructuras de acero de construcciones distorsionadas y extraídas de sus cimientos.
3.0-4.0	Edificios de paneles de acero sin marco.
4.0	Cubiertas rotas de edificios industriales ligeros
5.0	Armazón de madera destrozada.
5.0-7.0	Casi completa la destrucción de casas.
7.0	Vagones de tren cargados, volcados.
7.0-8.0	Falla de ladrillos no reforzados de 8-12 pulgadas de espesor por corte de las juntas.
9.0	Vagones cerrados de tren con carga demolidos.
10.0	Probable destrucción total de los edificios.
15.5-29.0	Rango de 1-99% de fatalidad entre la población expuesta debido a los efectos del choque directo.

Los criterios que se siguen para delimitar las zonas de seguridad o límites de propiedad de las instalaciones a partir de la cual existen o pueden existir asentamientos humanos poblacionales, vías públicas o propiedades de terceros en general son:

A **0.5 lb/in²** la cual es una zona donde las ventanas de los establecimientos son generalmente destrozadas y algunos marcos de ventanas son totalmente dañados, considerándose como **Zona de Amortiguamiento**, a **1.0 lb/in²** en donde se da la demolición parcial de casas, convertidas en inhabitables, por lo que se considera este valor como el umbral de la **Zona de alto Riesgo**,

Modelo de simulación para análisis de consecuencias por fuego y explosiones

Dardo de fuego o “jet fire”

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

La aplicación más común de los modelos de dardo de fuego es la especificación de la zona de exclusión alrededor de la flama.

Los modelos de dardo de fuego, no están tan bien desarrollados como los modelos de fuegos en derrames y varias revisiones se han publicado.

Mudan y Croce; dan el siguiente método para modelar dardos de fuego. El método inicia con el cálculo de la altura de la flama. Si definimos el punto de ruptura para el chorro como el punto en la parte inferior de la flama, arriba de la boquilla o tobera, donde inicia la flama turbulenta, entonces la altura de la flama es dada por el chorro de gas turbulento quemándose en el aire quieto por:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{5.3}{C_T} \sqrt{\frac{T_f}{T_j}} \left[C_T + (1 - C_T) \frac{M_a}{M_f} \right]$$

Donde:

L: longitud de la flama turbulenta visible medida desde el punto de ruptura (m)

d_j: Diámetro del chorro, esto es, el diámetro físico de la boquilla (m)

C_t: Fracción de concentración molar del combustible en una mezcla estequiométrica aire-combustible (sin unidades)

T_t, T_i: son la temperatura de flama adiabática y temperatura del chorro del fluido respectivamente (°K)

α_t : son los moles del reactivo por moles del producto para una mezcla estequiométrica de aire-combustible (sin unidades)

M_a: es el peso molecular del aire (masa/mol)

M_f: es el peso molecular del combustible (masa/mol)

Para la mayoría de los combustibles, Cr es típicamente mucho menor que 1, ar es aproximadamente 1, y la razón de Tt/Ti varía entre 7 y 9. Estas suposiciones se aplican a la ecuación, resultando en la siguiente simplificación:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{15}{C_T} \sqrt{\left[\frac{M_a}{M_f}\right]}$$

El flujo radiante recibido por un receptor se determina utilizando un procedimiento similar al método de fuente puntual descrito para fuegos en derrames. Para este caso, el flujo radiante en el receptor se determina con:

$$E_r = \tau_a Q_r F_p = \tau_a \eta \dot{m} \Delta H_c F_p$$

Donde

E_r = Flujo radiante en el receptor (energía/área tiempo)

τ_a = Transmisividad atmosférica (sin unidades)

Q_r = Energía total radiada por la fuente (energía/tiempo)

F_p = Factor de vista del modelo puntual (long⁻²)

η = Fracción de la energía total convertida a radiación (sin unidades)

\dot{m} = Flujo de masa del combustible (masa/tiempo)

ΔH_c = Calor de combustión del combustible (energía/masa)

Para este modelo la fuente puntual se localiza en el centro de la flama, esto es a la mitad de la línea central de la flama desde el punto de ruptura hasta el pico de la flama. Se asume que la distancia del punto de ruptura a la boquilla es mínima con respecto a la altura de la flama total. La fracción de energía convertida a energía radiante se estima con los valores dados para el caso del fuego en derrame.

Se debe notar que los métodos anteriores no consideran que la flama toque algún objeto. Al evaluar el potencial de efectos dominó en depósitos peligrosos adyacentes, las dimensiones de la altura de flama se pueden utilizar para determinar si es probable que la flama pegue en otro objeto. Si esto pasa, los efectos de transferencia de calor excederán la fracción radiante mencionada anteriormente y una mayor fracción de calor pudiera ser transferida al depósito en donde llega o golpea la flama.

RADIACIÓN TÉRMICA

Tabla 37. Efectos de la radiación térmica

Intensidad térmica		Tiempo promedio en que las personas alcanzan la sensación de dolor	Otros efectos a corto plazo
KW/m ²	BTU/h pie ²	(segundos)	
1	312.5	-	Radiación incidente a nivel del mar a pleno sol en verano.
1.4	440	Infinito	Nivel totalmente seguro para las personas sin que experimenten sensación dolorosa, durante largos periodos de exposición.
4.0	1 250	20 segundos	Deshidratación de la madera Quemaduras del 1º Grado. Improbable formación de ampollas. Se considera como límite “soportable” para personas con vestimenta común en caso de exposición breve ¹ .
4.7	1 500	16 segundos (ver nota 1)	Comienza la descomposición de la madera Quemaduras de 2º Grado
9.5	3 000	6 segundos	Descomposición de la madera
12.6	4 000	4 segundos	Energía mínima para encender la madera Fusión de cables de plástico, daños severos a equipos de instrumentación. Quemaduras fatales. Se considera como límite “soportable” para un bombero con traje especial con un tiempo de exposición prolongado. ¹
37.8	12 000	-	El acero estructural pierde resistencia en pocos minutos, si no es enfriado convenientemente

Fuente: Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Alfaomega, España); Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España

Nota 1: Una intensidad máxima de radiación de 4.7 KW/m² (1,500 BTU/h pie²), se utiliza generalmente para determinar la ubicación de mecheros (flare stack) o quemadores en instalaciones industriales, por cuanto se considera que, en estas circunstancias, el personal de la instalación dispone del tiempo suficiente para alejarse de las inmediaciones del quemador.

Los criterios que se siguen para delimitar las zonas de seguridad o límites de propiedad de las instalaciones a partir de la cual existen o pueden existir asentamientos humanos poblacionales, vías públicas o propiedades de terceros en general son:

1.4 KW/m², la cual se considera como un nivel totalmente seguro para las personas sin que experimenten sensación dolorosa durante largos periodos de exposición, considerándose como **Zona de Amortiguamiento**; 5 KW/m² en donde se comienza a descomponer la madera y existe el riesgo de quemaduras de 2º grado si no se cuenta con equipo de protección especial, por lo que se considera este valor como el umbral de la **Zona de Alto Riesgo**

Evento 2 Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Catastrófico (DMC)

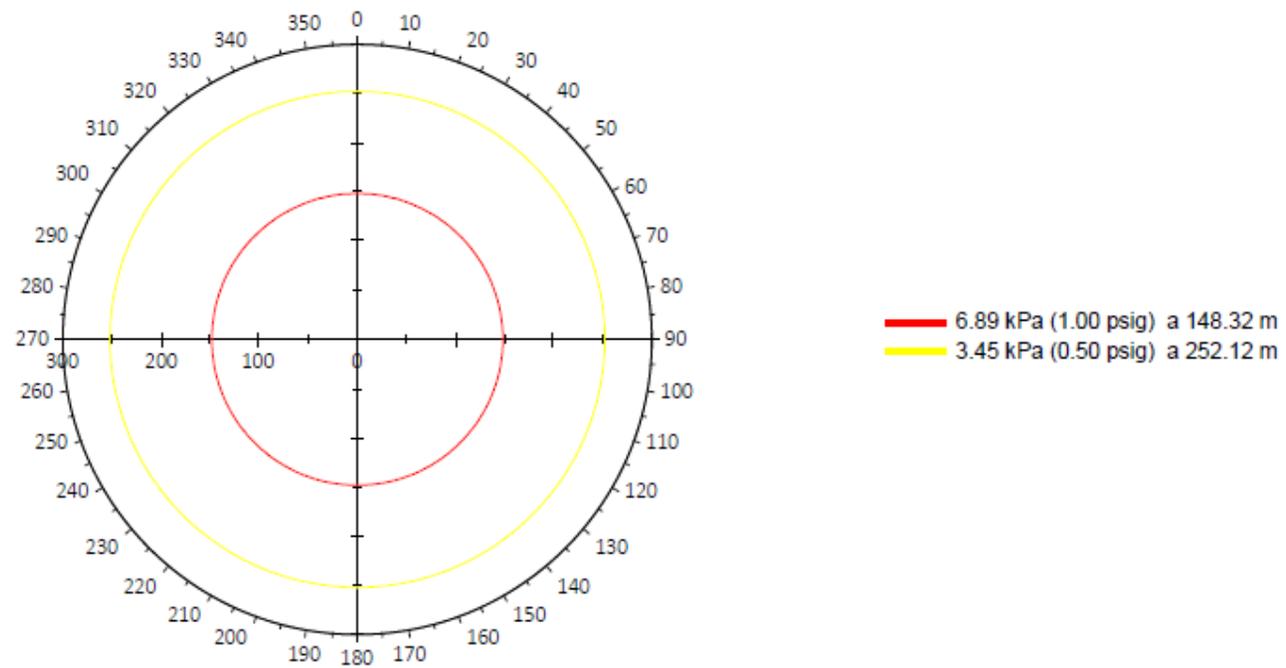
Se considera la fuga de gas natural de uno de los cilindros que componen al semirremolque, el cual presenta una capacidad de 725 m³ y considerando la densidad del gas natural de 0.72 Kg/m³ se tendría una liberación de 522 Kg, por lo que se forma una nube explosiva, la cual, al encontrar una fuente de ignición, explota:

Peso del material en la nube	522 Kg
Factor de Eficiencia	0.10
Masa equivalente en TNT	554.25 Kg
Temperatura	20.0°C
Velocidad el viento	1.0 m/s
Humedad relativa	50%
Estabilidad Atmosférica	F
Presión 0.5 psi	252.12 m
Presión 1.0 psi	148.32 m

GRÁFICA DE RADIOS DE SOBREPRESIÓN (F.E.E. = 0.1)

Título del escenario: Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Catastrófico

Instalaciones: Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 Ubicación: 18° 28' 34.67 N, 97° 26' 1.06 O



Energía equivalente a 554.25 kg de TNT

Figura 51. Gráfica de afectación para el evento 2



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN	
Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Catastrófico	
SUSTANCIA	
Gas Natural	
INSTALACIÓN	
Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500	
POSICIÓN DE LA FUENTE	
18° 28' 34.67 N , 97° 26' 1.06 O	
ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN	
	6.89 kPa (1.00 psig) a 148.32 m
	3.45 kPa (0.50 psig) a 252.12 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
	.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m

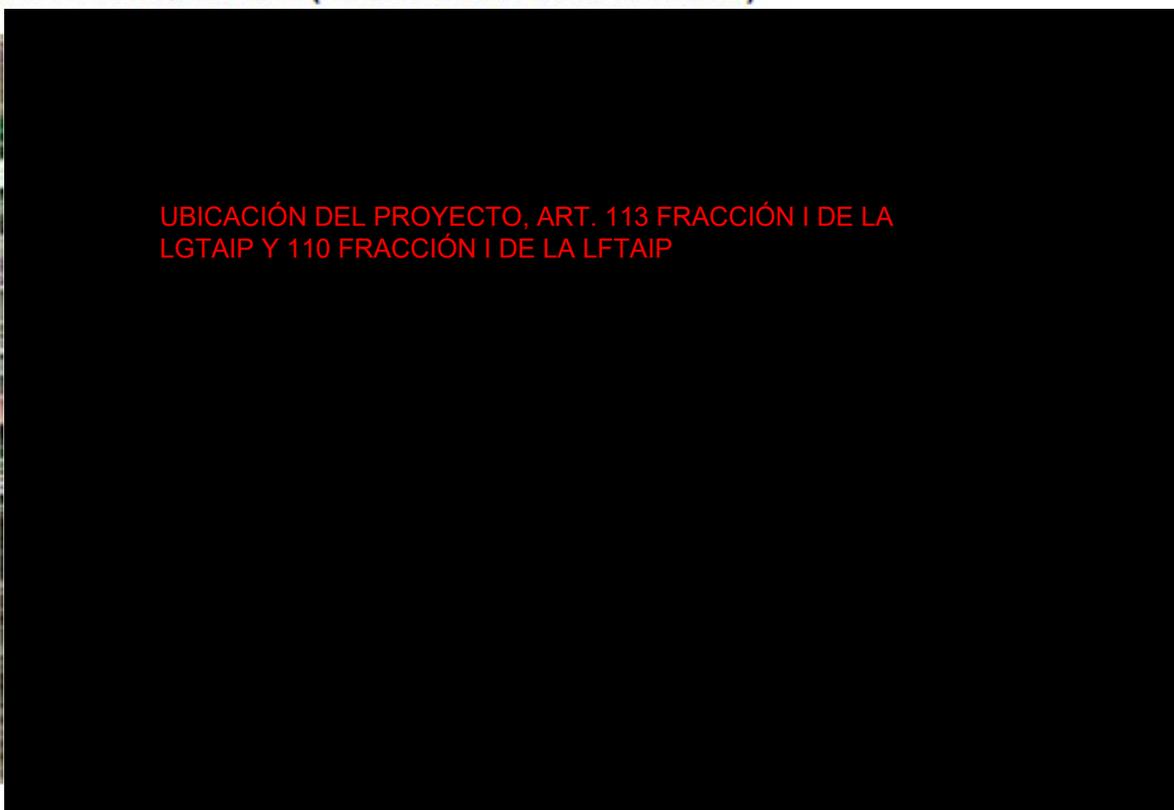


Figura 52. Radios de afectación para el evento 2

Evento 3 Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Probable (DMP)

Se considera la fuga de gas natural de uno de los cilindros que componen al semirremolque, el cual presenta una capacidad de 725 m³ y considerando la densidad del gas natural de 0.72 Kg/m³ se tendría una liberación de 522 Kg, por lo que se forma una nube explosiva, la cual, al encontrar una fuente de ignición, explota:

Peso del material en la nube	522 Kg
Factor de Eficiencia	0.1
Masa equivalente en TNT	166.27 Kg
Temperatura	20.0°C
Velocidad el viento	1.0 m/s
Humedad relativa	50%
Estabilidad Atmosférica	F
Presión 0.5 psi	168.78 m
Presión 1.0 psi	99.29 m



SCRI FUEGO

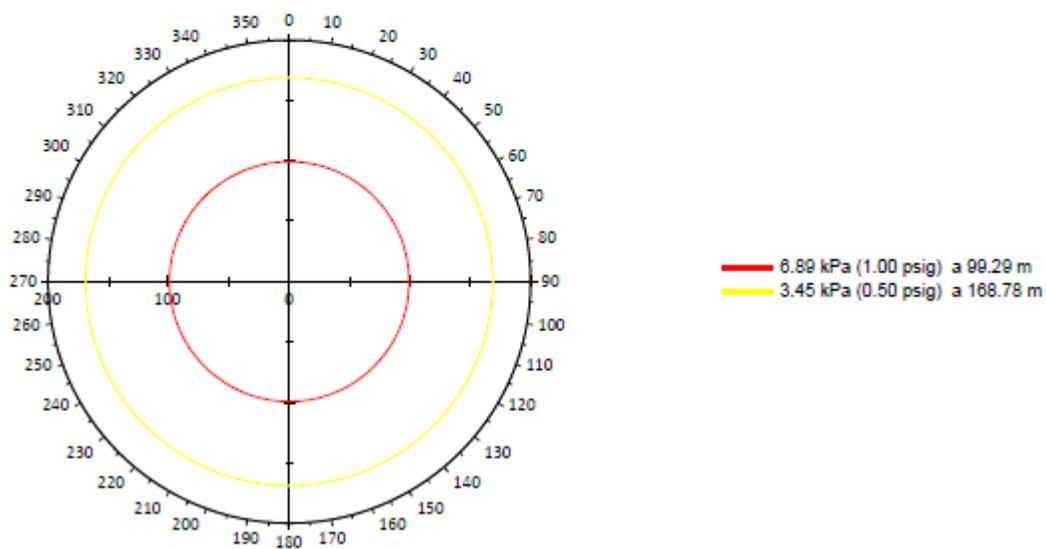
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE SOBREPRESIÓN (F.E.E. = 0.03)

Título del escenario: Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Probable

Instalaciones: Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500

Ubicación: 18° 28' 34.67 N, 97° 26' 1.06 O



Energía equivalente a 166.27 kg de TNT

Figura 53. Gráfica de afectación para el evento 3



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)



Figura 54. Radios de afectación

Incendio de gas natural

Se considera la fuga de gas natural de uno de los cilindros que componen al semirremolque por una de sus conexiones, el cual presenta una capacidad de 725 m³ e inmediatamente encuentra una fuente de ignición, lo que genera un Jet Fire.

Tasa de emisión	19.62 Kg/s
Diámetro del orificio	0.03
Altura de base de la flama	1.50 m
Fracción Radiante	0.20
Velocidad el viento	1.0 m/s
Humedad relativa	50%
Estabilidad Atmosférica	F
Radiación 1.40 KW/m ²	88.86 m
Radiación 5.00 KW/m ²	48.17 m

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Título del escenario: Incendio de Gas Natural

Instalaciones: Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en Planta Lavapant

Ubicación: 18° 28' 34.67 N, 97° 26' 1.06 O

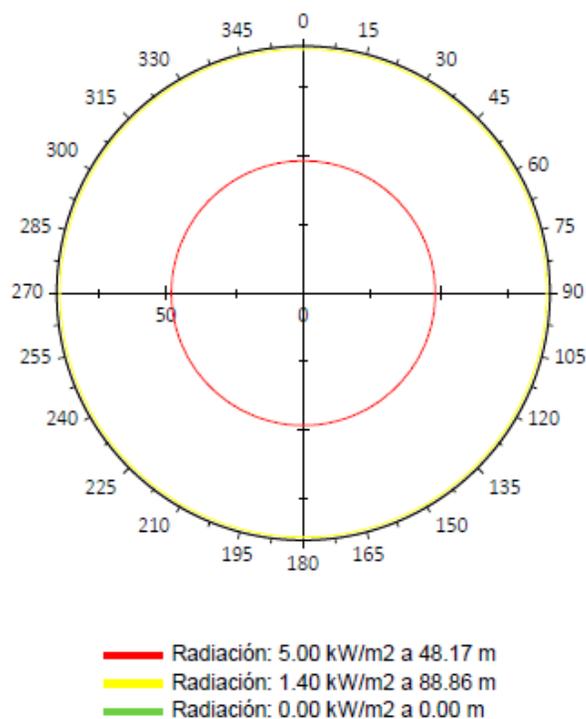


Figura 55. Radios de afectación para el Evento 4



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

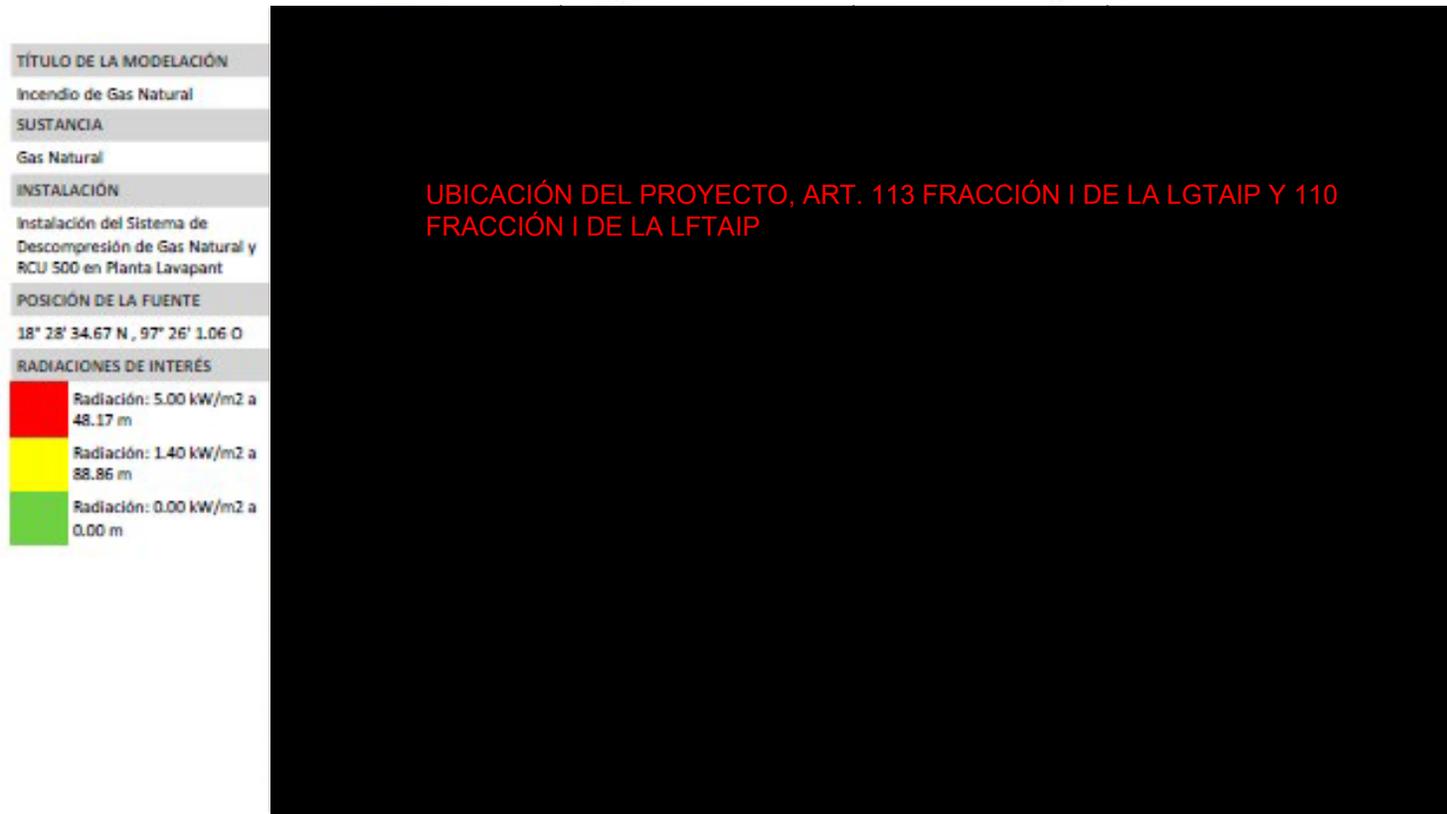


Figura 56. Radios de afectación para el Evento 4

En resumen, los radios de afectación de los eventos simulados son:

Tabla 38. Radios de afectación de eventos simulados

Evento	Fuga durante descarga de semirremolque	Zona afectada
Área inflamable de nube de gas	Zona de Riesgo (60% LEL/Dirección E) = 519 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.
	Zona de Amortiguamiento (10% LEL/ Dirección E) = 1.0 km	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las instalaciones del parque acuático al suroeste del proyecto. ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.

<p>Explosión de nube de gas natural Daño Máximo Catastrófico</p>	<p>Zona de Riesgo Medio 1 PSI= 148.32 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las Instalaciones de la empresa Lavapant, de Tehuacán S.A. de C.V. ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto <p>Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.</p>
Evento	Fuga durante descarga de semirremolque	Zona afectada
	<p>Zona de Amortiguamiento (0.5 PSI) = 252.12 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.

Explosión de nube de gas natural Daño Máximo Probable	Zona de Riesgo Medio 1 PSI= 99.29 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las Instalaciones de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V. ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto <p>Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.</p>
	Zona de Amortiguamiento (0.5 PSI) = 168.78 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.

Evento	Fuga durante descarga de semirremolque	Zona afectada
Incendio de gas fugado	Zona de Riesgo Medio (5 kW/m ²) = 48.17 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las Instalaciones de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V. ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla.
	Zona de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²) = 88.86 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de las instalaciones de la empresa Estafeta de México S.A de C.V. ✓ Instalaciones de la bodega comercial, al norte del proyecto ✓ Casa habitación de alrededor del proyecto ✓ Parte de la Estación de servicio al Sureste del proyecto ✓ Parte de la Carretera Federal Tehuacán-Puebla. ✓

Después de haber realizado el análisis de los diferentes impactos y riesgos, así como del análisis de la bibliografía disponible, se concluye que:

- Se llevará a cabo la instalación del Instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 en la empresa Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V. la cual se encuentra en la Av. Miguel Hidalgo Pte. 23, Colonia San Lorenzo Teotiplico, C.P. 75855, Tehuacán, Puebla.
- Los principales impactos ambientales detectados que se presentarán por la instalación de la Unidad de Control y Reducción son principalmente por la generación de residuos y su probabilidad de contaminación tanto al suelo como al aire y agua.
- Los principales impactos ambientales que se tendrán por la operación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y la Unidad de Control y Reducción (RCU 500) corresponden a la emisión de gas y la generación de residuos por las acciones de mantenimiento.
- ✓ En cuanto al riesgo, 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 evento con mayores consecuencias es representado por la simulación de la Explosión de Gas Natural: Daño Máximo Catastrófico con una sobrepresión de 5 psi, presentando un radio de 252.12 m dónde se tendría afectación a las instalaciones de la misma empresa Lavapant de Tehuacán S.A. de C.V. y las circundantes como Estafeta de México S.A de C.V. Instalaciones de la bodega comercial al norte del proyecto, Casa habitación, es importante mencionar que el mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos de seguridad que se instalarán, evitarán que existan sobrepresiones durante la operación del sistema.

Se considera que el desarrollo del presente proyecto no pondrá en riesgo el ecosistema debido a lo siguiente:

- No se detectaron especies en algún estatus de protección.
- Las actividades de la instalación de Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se realizarán en un área dentro de la empresa Lavapant, en una zona que ya cuenta con firme y cuenta con concreto, por lo que no se verá afectado el suelo, plantas u otro ecosistema.
- Las actividades para la instalación de la Unidad de Control y Reducción (RCU 500) se llevarán a cabo en un predio donde ya se cuenta con la infraestructura necesaria para su instalación, por lo que no será necesario realizar cambios significativos al predio o entorno.

Por lo anteriormente señalado, se considera que la instalación de la Unidad de Control y Reducción (RCU 500) del Sistema de Descompresión de Gas Natural en la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V y que instalará la empresa NEOmexicana de GNCS.A.P.I. de C.V. no ocasionará impactos ambientales significativos, siempre y cuando se sigan las recomendaciones para evitar la contaminación al ambiente, además de mantener las instalaciones en óptimas condiciones de operación, además que el uso de Gas Natural reduce la contaminación por emisiones a la atmosfera que si se utilizara gas L.P.

Capítulo VI. Representación en planos de los radios potenciales de afectación

Como se puede apreciar en las figuras presentadas en el punto anterior, los radios de afectación abarcaran las instalaciones de la Estación, vialidades y predios circunvecinos.

El plano con los radios de afectación se presenta en el **Anexo técnico**.

Capítulo VII. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo

VII.1. Análisis de vulnerabilidad

Con base en los datos obtenidos de las simulaciones de los Eventos 1 a 4, a continuación, se describen los posibles receptores de riesgo, considerando:

- a) Población: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) a población aledaña al Proyecto (zonas vulnerables de población);
- b) Medio Ambiente: Componentes ambientales como agua, aire, suelo, flora, fauna, principalmente a aquellas especies en peligro de extinción catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.);
- c) Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el proyecto;
- d) Instalaciones / producción: Daños o afectaciones a equipos e instalaciones que conforman el Proyecto o la infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.

Tabla 39. Descripción de los posibles receptores de Riesgo

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
EVENTO 1 Área inflamable de nube de gas	Población	Toxicidad	Alto Riesgo	No se considera que exista el riesgo de toxicidad a la población con una concentración de 30000 ppm ya que la duración de la fuga que ocasiona la nube no dura más de 8 horas.	No representa riesgo, ya que a pesar de que existe un límite para exposición de 8 horas del Gas Natural, la población no está expuesta a las concentraciones dañinas ya que la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra al aire libre, las concentraciones tóxicas producidas por una fuga de gas natural se dispersa rápidamente.
			Amortiguamiento	Con una concentración de 30000 ppm la simulación arroja una distancia de 519 metros como la zona de riesgo y a una concentración de 5000 ppm la simulación arroja una distancia de 1.00 kilómetro, sin embargo, por presentarse la nube tóxica al aire libre, la población no se vería afectada únicamente su afectación sería el malestar del olor del gas natural por una hora hasta que se disperse la nube.	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
	Medio Ambiente	Toxicidad	Alto Riesgo	Partículas suspendidas contaminantes	No representa riesgo, ya que a pesar de que existe un límite para exposición de 8 horas del gas natural, la población no está expuesta a las concentraciones dañinas ya que la instalación de la estación se encuentra al aire libre, la concentración tóxica producida por una fuga de gas natural se dispersa rápidamente. Por otra parte, se contará con la Licencia de Funcionamiento del Sector Hidrocarburos para controlar las emisiones a la atmósfera
			Amortiguamiento		
	Personal	Toxicidad	Alto Riesgo	No se considera que exista el riesgo de toxicidad a la población con una concentración de 30000 ppm ya que la duración de la fuga que ocasiona la nube no dura más de 8 horas.	No representa riesgo, ya que a pesar de que existe un límite para exposición de 8 horas del Gas Natural, la población no está expuesta a las concentraciones

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
			Amortiguamiento	Con una concentración de 30000 ppm la simulación arroja una distancia de 519 metros como la zona de riesgo y a una concentración de 5000 ppm la simulación arroja una distancia de 1.00 kilometro, sin embargo por presentarse la nube tóxica al aire libre, la población no se vería afectada únicamente su afectación sería el malestar del olor del gas natural por una hora hasta que se disperse la nube.	dañinas ya que la instalación de el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra al aire libre, las concentraciones tóxicas producidas por una fuga de gas natural se dispersa rápidamente.
	Instalaciones / Producción	Toxicidad	Alto Riesgo	Todas las áreas de la Planta Lavapant	No representa riesgo, ya que a pesar de que existe un límite para exposición de 8 horas del Gas Natural, la población no está expuesta a las concentraciones dañinas ya que la instalación del Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500 se encuentra al
			Amortiguamiento	Según la dirección del viento afectaría a algunas industrias vecinas y a las inmediaciones del parque acuático San Lorenzo	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					aire libre, las concentraciones tóxicas producidas por una fuga de gas natural se dispersa rápidamente.
EVENTO 2 Explosión de gas natural daño máximo catastrófico	Población	Sobrepresión	Alto Riesgo medio	Se considera que a una presión de 1 psi arrojando un radio de 148.32 metros teniendo afectaciones principalmente a las instalaciones de la empresa Lavapant .	Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
			Amortiguamiento	Se considera que a una presión de 0.5 psi arrojando un radio de 252.12 metros teniendo afectaciones principalmente a las instalaciones de la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V y las instalaciones de 3 empresas vecinas así como también parte de la Carretera federal Tehuacán- Puebla.	<p>Capacitación al personal sobre el manejo de los equipos de descompresión de gas natural</p> <p>Señalamientos de prohibición de no fumar, prohibido el uso de celular, uso del equipo de seguridad, extintores, salidas de emergencia.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de explosión</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p>
	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo		Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
			Amortiguamiento	<p>Emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas suspendidas, calor y ruido)</p> <p>Objetos sólidos que salen desprendidos como proyectiles de la explosión</p>	<p>estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.</p> <p>Capacitación al personal sobre el manejo de los equipos de descompresión de gas natural</p> <p>Señalamientos de prohibición de no fumar, prohibido el uso de celular, uso del equipo de seguridad, extintores, salidas de emergencia.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p>

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					<p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de explosión</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p>
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo	Se considerará la afectación al personal que se encuentre operando la estación de descompresión así como personal administrativo.	Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de
			Amortiguamiento		

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					<p>control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.</p> <p>Capacitación al personal sobre el manejo de los equipos de descompresión de gas natural</p> <p>Señalamientos de prohibición de no fumar, prohibido el uso de celular, uso del equipo de seguridad, extintores, salidas de emergencia.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de explosión</p>

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					Activación del procedimiento de evacuación
	Instalaciones / Producción	Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Posible afectación a el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, y algún otro equipo, maquinaria que se encuentre cerca.	Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente. Capacitación al personal sobre el manejo de los equipos de descompresión de gas natural
			Alto Riesgo	Planta Lavapant y Empresas cercanas.	
			Amortiguamiento	Empresas cercanas.	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					<p>Señalamientos de prohibición de no fumar, prohibido el uso de celular, uso del equipo de seguridad, extintores, salidas de emergencia.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de explosión</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p>
EVENTO 4 Incendio de gas fugado	Población	Radiación térmica	Zona de riesgo medio	Se considera que a una Radiación de 5.00 KW/m ² arrojando un radio de 48.17 metros teniendo afectaciones principalmente a las instalaciones de la Planta Lavapant.	Extintores y paro de emergencia en la zona de la estación de descompresión

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
			Zona de amortiguamiento	Se considera que a una Radiación de 1.4 KW/m ² arrojando un radio de 88.86 metros teniendo afectaciones principalmente a las instalaciones de la Planta Lavapant y a una parte de la empresa vecina Estafeta.	<p>Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de derrame</p>

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					<p>Material absorbente en caso de derrame</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio</p>
	Medio ambiente	Radiación térmica	Zona de riesgo medio	<p>Emisiones contaminantes a la atmosfera</p> <p>Emisión de calor a la atmósfera</p>	<p>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.</p> <p>la plancha de concreto de la estación actúa como barrera para protección del suelo y de los mantos freáticos.</p>
			Zona de amortiguamiento		

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
	Personal	Radiación térmica	Zona de riesgo medio	Se considerará la afectación al personal que se encuentre operando la estación de descompresión así como personal administrativo.	<p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio</p>
			Zona de amortiguamiento		
	Instalaciones / producción	Radiación térmica	Zona de riesgo medio	Posible afectación a el Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500, y algún otro equipo, maquinaria que se encuentre cerca.	<p>Extintores y paro de emergencia en la zona de la estación de descompresión</p> <p>Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia</p>
			Zona de amortiguamiento		

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					<p>localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.</p> <p>Capacitación en materia de Protección Civil</p> <p>Contar con la Unidad Interna de Protección Civil</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de derrame</p> <p>Material absorbente en caso de derrame</p> <p>Activación del procedimiento de evacuación</p> <p>Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio</p>

VII.2. Interacciones de riesgo

Para la interacción de riesgo, se identifican aquellos escenarios que por su ubicación pudieran potencializar el riesgo a través de un efecto dominó u otros mecanismos debido a que, dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y zonas de Alto riesgo, se ubiquen equipos de los Regulados, ductos y otras instalaciones industriales manejando hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad o jurisdicción del proyecto.

De igual forma, se señalan los equipos o instalaciones industriales potencialmente afectadas que se encuentren en los radios de afectación de Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo.

Asimismo, se señalan para cada escenario las Salvaguardas (equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y medidas preventivas) con que cuenta el Proyecto así como las adicionales requeridas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios de riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente o considerada en el diseño, a efecto de evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

En la siguiente tabla se muestran los datos a detalle para cada uno de los escenarios simulados en las interacciones de riesgos y la descripción de los posibles receptores de riesgo.

Tabla 40. Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
EVENTO 2 Explosión de gas natural daño máximo catastrófico	Entrada a estación de descompresión previo a regulación	Gas natural	Alto riesgo	Sobrepresión	148.32 m	Sistema de Descompresión de Gas Natural y RCU 500	Solo afectación en las instalaciones de Planta Lavapant.	Se contará con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora contará con botones instalados de cierre de emergencia localizados: uno en el panel de control de la estación, y dos más a los costados de la estación. Los botones de cierre cortan el flujo de gas inmediatamente.	Capacitación al personal sobre el manejo de los equipos de la descompresión de gas natural. Señalamientos de prohibición de no fumar, prohibido el uso de celular, uso del equipo de seguridad, extintores, salidas de emergencia. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil

									Activación del procedimiento de emergencia en caso de explosión
									Activación del procedimiento de evacuación

VIII. Reposicionamiento de escenarios de riesgo

En la identificación y jerarquización de riesgos, se realizó mediante 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 aceptable con controles y aceptable sin revisión, por lo que este punto no se desarrolla.

Capítulo IX. Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo

IX.1. Sistemas de seguridad

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, se deben contar al menos con extintores PQS y de CO₂, 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 propuesta se puede consultar en el Plano de Sistemas de Seguridad (extintores y señalética) en el **Anexo Técnico**.

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

Componentes

- ✓ 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 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.

Protección Contra Corrosión

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 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.

IX.2. Medidas preventivas

Instalaciones Generales

- Se aplica el procedimiento de limpieza general para las instalaciones. En general, se

trata de evitar la existencia de basura.

- Las instalaciones de la estación de descompresión y la tubería de aprovechamiento se incluyen en el programa de mantenimiento de las instalaciones en donde se realizan revisiones de las instalaciones y realizan las reparaciones necesarias
- Evitar la obstrucción (aunque sea temporal) de todas las salidas de emergencia o rutas de evacuación, así como de los lugares donde se ubiquen los extintores.

Prevención de incendios:

Las medidas preventivas y recomendaciones que se siguen para evitar incendios tanto en las instalaciones del proyecto se listan a continuación.

- Se evita la sobresaturación de contactos y centros de carga.
- Se tiene estrictamente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la empresa.
- Se mantiene el orden y limpieza en cada una de las áreas
- Se evita el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional.
- Las labores de soldadura se realizan siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar generar algún riesgo.
- Los equipos contra incendios son revisados periódicamente, realizándosele los mantenimientos necesarios.

En caso de presentarse una fuga de gas el personal tiene las siguientes indicaciones:

- La persona que detecte una fuga, dará aviso a personal de mantenimiento y a la brigada de emergencia, y eliminará cualquier posible fuente de ignición en el área.
- El personal capacitado acudirá al área de la fuga usando el equipo de protección personal requerido e intentará detenerla ya sea taponeando la tubería o cerrando una llave de paso anterior; al tiempo que realiza esto, el resto de la brigada estará al pendiente de cualquier posible fuente de riesgo y mantendrá al resto del personal alejado y ventilará el área.
- Si no se puede eliminar el riesgo, se deberá activar el plan de emergencia y evacuar al personal de las zonas de riesgo.
- Una vez controlada la fuga, el personal de mantenimiento procederá a realizar las reparaciones que sean necesarias para eliminar la fuente fuga.

Para el caso de un incendio, el personal actuará de la siguiente forma:

- La persona que detecte el fuego pequeño dará aviso a la brigada de emergencia, e intentará combatirlo usando un extintor sin correr riesgo. Si esto fue suficiente, verificará que el fuego haya sido controlado y que no exista el riesgo de que reinicie.
- Si el fuego no puede ser controlado con los medios de la empresa, el responsable de la planta activará el plan de emergencia y solicitará la presencia de la brigada contra incendios común del perímetro industrial, o a unidades de apoyo externo dependiendo del grado del riesgo.
- Se deberá evacuar al personal no requerido de las áreas dentro de la zona de riesgo del incendio.
- Al término de la emergencia, se deberá realizar una evaluación de los daños, así como una investigación para determinar la causa del incidente.

Sismos y terremotos

El área donde se localiza el proyecto se encuentra en una zona de riesgo intermedio, por lo que la ocurrencia de un sismo no es muy probable, pero posible, por lo que en caso de presentarse uno, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Conservar la calma y permanecer en su lugar a menos que éste no ofrezca la seguridad necesaria, alejándose de objetos que puedan caer o desplazarse, así como de ventanas y espejos, y áreas calientes o energizadas.
- De ser posible, buscar refugio debajo de escritorios o mesas, manteniéndose con la cabeza sobre las rodillas y situarse debajo de los marcos de puertas o debajo de columnas.
- Si el área no ofrece seguridad, evacuar manteniendo la calma y utilizando las rutas de evacuación señalizadas.
- Posterior al sismo, se deberá realizar un recorrido por las instalaciones para detectar daños a las mismas, especialmente para detectar fugas en la red de gas.
- Una vez que se haya verificado que se cumplan todas las condiciones de seguridad, se podrá indicar el regreso de los trabajadores a sus actividades.

Uso de equipo de protección personal:

El personal deberá emplear el equipo de protección necesario para el desarrollo de sus actividades en condiciones de seguridad.

Restricción de entrada

El acceso a la empresa Lavapant de Tehuacán S.A de C.V se realiza por la caseta de vigilancia del mismo, en donde se lleva a cabo el registro de entrada, tanto de trabajadores, visitantes y proveedores.

Medidas de protección en general (instalaciones)

- Se cuenta con procedimientos de seguridad para el almacenamiento, manejo y transporte, incluyendo las hojas de seguridad y procedimientos para atención de fugas y/o derrames.
- Se cuenta con señalamientos de seguridad: rombos de seguridad, extintores, rutas de evacuación, salidas de emergencia, uso de equipo de protección personal, prohibición de fumar dentro de las instalaciones.
- Disposición de residuos sólidos domésticos en bote de 200 litros con tapa y bolsa de plástico o contenedores presentes en las instalaciones de la Planta Lavapant. Dichos residuos son recogidos por un prestador de servicios autorizado.
- En caso de derrame, las sustancias se recogen conforme la hoja de seguridad correspondiente y en su caso se dispone como residuo peligroso.
- Limpieza de equipos e instalaciones.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios

- Se cuenta con personal especializado: Médico Empresarial, Paramédico y Brigadas de primeros auxilios **por parte de la Planta Lavapant de Tehuacán S.A de C.V.**
- Internamente, se cuenta con botiquines de primeros auxilios, los cuales cuentan con material de curación para atender lesionados en caso de emergencia, el cual contiene vendas, gasas, tijeras, cinta adhesiva, algodón, antisépticos.

Mantenimiento

- a. Revisión/reparación de fugas de gas en válvulas y conexiones.
- b. Mantenimiento de las válvulas, como es el caso de la válvula de alivio de presión, válvula reguladora, válvula de corte, etc.
- c. Se sugiere mantener todas las tuberías pintadas y libres de corrosión.
- d. Revisión de las válvulas y dispositivos de seguridad de la Unidad de Reducción y Control RCU 500 Lite y que sean reemplazadas cada 10 años durante los mantenimientos que se les realice por parte del proveedor y cada 5 años se les realice una revisión por algún medio no destructivo para verificar la integridad de los mismos.
- e. Asegurarse de que se siga llevando a cabo la revisión y recarga de extintores de forma periódica.
- f. Incluir en los programas de mantenimiento los señalamientos de seguridad, la identificación de tuberías, instalación y equipos.
- g. Tanto el área donde se encuentra la Unidad de Reducción y Control RCU 500 Lite, como las áreas aledañas se mantienen limpias y libre de cualquier material combustible y fuentes de ignición.
- h. Se debe realizar la medición anualmente de la red de tierras físicas y su continuidad.
- i. Cada vez que se requiera intervenir por mantenimiento, es indispensable por seguridad aislar y despresurizar completamente el equipo, y tomar las precauciones necesarias por si alguna tubería o elemento haya quedado obstaculizado con gas a alta presión. No confiarse ya que esta presión de gas es muy peligrosa y puede causar daños severos a las personas o equipos.
- j. Revisar/corregir fugas de gas en elementos y conexiones.
- k. Revisar/cambio de posibles daños en mangueras flexibles.

Procedimiento de Seguridad en la estación de Gas Natural Comprimido

- El equipo de descompresión es monitoreado por personal capacitado, por tal motivo, el sistema cuenta con el sistema NEOSat, con el cual se puede monitorear el funcionamiento de la instalación. Estas personas son las responsables de comunicar inmediatamente al personal de mantenimiento y al administrador de estación cualquier anomalía que se detecte y/o auxiliar en resolver el problema, tomando las acciones indicadas por el personal de mantenimiento para restablecer el servicio de los equipos

y/o garantizar la seguridad de la estación solamente el personal de mantenimiento de estación, administrador, y personal capacitado y autorizado en cada evento, pueden intervenir en los equipos de descompresión y despacho, es decir abrir gabinetes o puertas, retirar tapas de registro, tableros y surtidores.

- Por seguridad del personal, de los equipos y de la instalación, está prohibido restablecer o poner en operación cualquier equipo que esté fuera de servicio por alarmas, mantenimiento u operación de la instalación, y que no haya sido consultado con el personal de mantenimiento para su autorización.
- Está prohibido manipular las pantallas de monitoreo y mucho menos modificar los parámetros de operación de los equipos, así como el borrar el historial de alarmas. Función sólo disponible para el personal técnico de mantenimiento.
- Es totalmente responsabilidad del personal de mantenimiento y de la administración de la Unidad (así como del responsable capacitado y asignado en turno), el mantener el orden y seguridad de las áreas y de los equipos, y no es transferible esta responsabilidad a otras personas por solicitar ayuda o por falta de tiempo.
- El personal de mantenimiento tiene el compromiso de dar el servicio y asistencia requerida por las Unidad las 24 horas, los 365 días del año. Y en caso de no tener la disponibilidad de tiempo, canalizarlo a otra persona del departamento dando seguimiento hasta garantizar que se está atendiendo la solicitud.
- El personal de mantenimiento debe informar al administrador del Sistema de Descompresión y/o al responsable de Instalación, cada vez que deje fuera de servicio algún equipo por mantenimiento, así como cuando quede nuevamente en servicio. Evento que también es anotado en bitácora de mantenimiento.
- En caso de fuga de gas, fallas de energía eléctrica, problemas con los equipos de descompresión y despacho, se debe reportar inmediatamente al administrador del Sistema y al personal de mantenimiento para tomar acciones como pueden ser cerrar válvulas, bajar interruptores, parar o dejar fuera de servicio los equipos. Y sólo personal autorizado y capacitado puede tomar decisiones de este tipo.
- Es responsabilidad del administrador de estación el contar con el personal capacitado en cada turno, así como solicitar la capacitación y actualización del personal asignado al departamento de recursos humanos y mantenimiento.
- Es responsabilidad del departamento de recursos humanos y del administrador del Sistema solicitar al departamento de mantenimiento la capacitación correspondiente a

todo el personal de nuevo ingreso.

- Se cuenta con una Bitácora de Mantenimiento, donde se registrarán todos los eventos relacionados con el mantenimiento, correctivo, preventivo y predictivo realizado a todos y cada uno de los equipos del Sistema. Indicando día, hora y nombre del personal que intervino en el servicio.
- La Bitácora permanece en todo momento en custodia del personal administrativo, y se dispone de esta cada vez que el personal de mantenimiento lo requiera, así como a solicitud de las diferentes autoridades como pueden ser, protección civil, ecología, procuraduría del medio ambiente, bomberos, unidades verificadoras, etc.
- Se mantiene al personal apropiadamente capacitado en sus deberes y responsabilidades como funcionarios y como participantes en los planes de contingencia.
- El personal de mantenimiento debe ser el más capacitado, ya que él debe conocer las instalaciones y equipos. Este da todo el soporte para cualquier contingencia.
- Se mantiene en buen estado de mantenimiento, vigencia y operatividad todos los extintores y demás equipos contra incendio.
- Se mantiene la condición “a prueba de explosión” de luminarias, tableros, tuberías y ductos para los cableados eléctricos.
- No se permiten llamas abiertas y/o fuentes de ignición no autorizadas, dentro del perímetro de las Instalaciones.
- Se mantiene en buen estado de orden y aseo todas las áreas de la Instalación; así como los equipos, elementos y herramientas, adecuadamente organizados.

IX.3. 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 buscan 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 41. Recomendaciones de la identificación de peligros y evaluación de riesgos

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
1	Contar con un Plan de Atención a Emergencias que se implemente durante la ejecución de los trabajos.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Seguridad e Higiene
2	No exceder las condiciones de diseño, principalmente la presión en cada etapa de la estación de descompresión (250 bar a la entrada, de 7 - 14 bar después de primera etapa de regulación y 2.5 bar después de la segunda etapa de regulación) establecida para evitar fracturas en las líneas que		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones e Ingeniería

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
	conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.			
3	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.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones e Ingeniería
4	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.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
5	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.			Operaciones
6	Verificar la temperatura de los intercambiadores de calor y del medio de calentamiento con el fin de evitar congelamiento en las líneas.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones
7	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.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Capital Humano
8	Mantener en buen estado los señalamientos, fáciles de leer y visualizar, en caso de que resulte dañado alguno se deberá		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Seguridad e Higiene

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
	reemplazarse a la brevedad posible.			
9	Presentar un plan de contingencias ambientales que pueda implementarse durante la ejecución de los trabajos.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Seguridad e Higiene
10	No se permite fumar, tener flamas abiertas o cualquier otra fuente de ignición. Se deben usar linternas que sean a prueba de explosión;		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones y Seguridad e Higiene
11	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;		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Ingeniería
12	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		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento	Operaciones e Ingeniería

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
	debilitamiento, y que se encuentre su reporte de fallas o mantenimientos realizados en una bitácora.			
13	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).		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones e Ingeniería
14	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		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Ingeniería
15	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.		Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Operaciones e Ingeniería
Seguridad				
17	Actualización de los planos de la estación y sus componentes		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Ingeniería

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
18	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.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Capital Humano
19	Programa de mantenimiento preventivo al sistema, con base a recomendaciones de fabricante, filosofía operacional y normatividad.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Operaciones
20	Procedimientos para la detección oportuna de fugas apoyándose en los detectores y módulo de control.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Operaciones
Comunicación social				
21	Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Seguridad e Higiene y Capital Humano
22	Generar las alianzas necesarias con las autoridades locales de atención a emergencias, con las empresas vecinas y localidades cercanas.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Seguridad e Higiene y Requerimientos Legales

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
23	Cumplir cabalmente con un Programa de Prevención de Accidentes (PPA) , 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 auditorías de seguridad y ambiental tanto internas y externas , lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Requerimientos Legales y Seguridad e Higiene
24	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		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	

No.	Recomendación	*Elemento del SASISOPA asociado	Fecha de implementación	Responsable
	actuar con prontitud de acuerdo al Plan de Emergencia.			
25	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.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Seguridad e Higiene y Requerimientos Legales
26	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.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Operaciones, Seguridad e Higiene y Capital Humano
27	Contar con un número de atención a emergencias		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Seguridad e Higiene
28	Realizar un Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo con las guías de la ASEA, SEMARNAT y la CRE.		Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Requerimientos Legales

X. Conclusiones

- ✓ En la ejecución del proyecto se utilizarán equipos diseñados con los mejores estándares nacionales e internacionales y se contará con las medidas necesarias para minimizar los riesgos que implica su operación.
- ✓ Se observa que el diseño propuesto 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 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.

XI. Resumen Ejecutivo

Ver en el **Anexo técnico** el Resumen Ejecutivo

Bibliografía

- ACQUIM sistema de base de datos de accidentes químicos ocurridos en la República Mexicana, 1994
- Atallah, S. Assessing and Managing Industrial Risk. Chemical Engineering. Sep 8, 1980.
- Cruz Gómez, M.J. 2009. Material didáctico, Curso de evaluación de riesgo de proceso. Facultad de Química UNAM México, D.F. México.
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
- Servicio Meteorológico Nacional
- Servicio Sismológico Nacional.
- Datos de CONAGUA: Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA)
- Análisis de riesgo en instalaciones industriales (alfa-omega España)
- Wiekema, B. J. 1984 "Vapor Cloud Explosions – an Analysis Based on Accidents 1." Journal of Hazardous Materials no. 8 (4):295-311.
- Zeeuwen, J., and B.J. Wiekema. 1978. The measurement of relative reactivities of combustible gases. In Conference on the Mechanisms of Explosions in Dipresed Energetic Materials.
- Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Puebla
- García M.E., 1988 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Editorial Laros S.A. México D.F.
- INEGI, Anuario Estadístico del municipio de Tehuacán -Puebla
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Manual de evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos. Ingeniería del Medio Ambiente, S.A. de C.V. México, D.F. 1995.
- Santamaría Ramiro, J.M; Braña Aísa, P.A. Análisis y reducción de riesgos en la industria química. Fundación MAPFRE, 1993
- Semarnat, 1er y 2º Listado de Actividades altamente riesgosas
- Estándares de Seguridad Funcional de Sistemas de Control IECC 61508
- K. McMillan G.; Considine D.,1999, Process/Industrial Instruments and Controls Handbook; 5ª Edición; McGRAW-HILL