

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO:

**“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR
“LAGUITOS”EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”**

PROMOVENTE:

VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO, S.A.P.I. DE C.V.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.....	9
I.1 Descripción general del proyecto.	9
I.2. Dimensiones del proyecto.	12
I.3. Antecedentes de accidentes e incidentes	13
I.4. Bases de diseño	14
I.4.1. Normas, estándares y criterios de diseño.....	14
I.4.2. Datos meteorológicos y riesgos hidrometeorológicos	16
I.4.3. Uso de suelo en el lugar.	17
II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	17
II. 1. Sustancia a Manejar	18
II.2. Descripción de la Sustancias.....	18
II.3. Equipos principales.....	22
II.3.1. Se instalarán 2 Postes de Descarga.....	22
II.3.2. Compresores.....	24
II.3.3. Equipo de almacenamiento	24
II.3.4. Dispensario	25
II.4. Operación.	26
II.4.1. Operación del compresor.....	27
II.4.1.1. Secuencia de arranque y paro del compresor:.....	29
II.4.1.2. Secuencia del Panel de Prioridades:	29
II.4.1.3. Paro de Emergencia del compresor:	29
II.4.1.4. Mantenimiento del compresor.....	30
II.4.2. Operación del Sistema de almacenamiento.	32

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

II.4.2.1. Procedimiento de seguridad para dar mantenimiento al sistema de almacenamiento:	33
II.4.3. Operación de los Dispensarios.	34
II.4.3.1 Mantenimiento de los dispensarios.....	34
III.DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	35
III.1 Medio abiótico.....	35
III.2 Medio biótico.....	63
IV. Análisis y evaluación de riesgos.....	73
IV.1. Antecedente de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares.....	73
IV.2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.....	74
IV.2.1 Metodología HAZOP (Hazardous Operability Analysis).....	74
IV.3. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	89
IV.4. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN).....	101
IV.5. Análisis de riesgo.....	113
IV.6. Sistemas de seguridad.....	113
IV.6.1. Recomendaciones técnico-operativas.....	113
IV.2. - Sistemas de seguridad.....	116
IV.7.1. - Medidas preventivas.....	117
IV.7.2 - Revaloración del riesgo ambiental.....	118
IV.8. CONCLUSIONES.....	119

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Coordenadas del predio	9
Tabla I.2. Áreas y superficies que conforman al Proyecto.....	12
Tabla II.1.- Sustancias manejadas	18
Tabla II.2.- Descripción de la Sustancia.....	18
Tabla III.1. Estación meteorológica cercana a la zona de estudio (m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar).	37
Tabla III.2. Temperatura media mensual registrada.	37
Tabla III.3. Precipitación media y máxima mensual.....	38
Tabla III.4. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en la estación Tuxtla Gutiérrez.....	40
Tabla III.5. Superficie por tipo de unidad litoestratigráfica.	46
Tabla III.6. Escala de Mercalli.	53
Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo en el SA, AI y AP.	56
Tabla III.8. Superficie por tipo de suelo en el SA, AI y AP (escala 1: 1 000 000).	57
Tabla III.9. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero sobre el que se ubican el SA, AI y AP.	63
Tabla IV.1.- Terminología HAZOP	75
Tabla IV.2.-Palabras Guía HAZOP	76
Tabla IV.3.-Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección	77
Tabla IV.4.- Tareas del líder y del secretario HAZOP	77
Tabla IV.5.- Palabras Guía.....	79
Tabla IV.6.Lista de Nodos y desviación para el análisis HAZOP	80
Tabla IV.7. Relación de escenarios.....	81
Tabla IV.8. Niveles de frecuencia.....	82

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla IV.9. Niveles de frecuencia..... 83

Tabla IV.10. Matriz para la estimación de índice de riesgo 84

Tabla IV.11. Clasificación de riesgo 84

Tabla IV.12. Matriz de riesgo por daños al Personal 85

Tabla IV.13. Matriz de riesgo por daños al Ambiente 86

Tabla IV.14. Matriz de riesgo por daños al Negocio. 86

Tabla IV.15. Matriz de riesgo por daños a la Imagen de la Empresa. 87

Tabla IV.16. - Tabla de Jerarquización de Riesgos. 87

Tabla IV.17. Relación de escenarios 90

Tabla IV.18.- Clase de Eventos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas. 91

Tabla IV.19.- Parámetros que Definen la Zona de Alto de Riesgo. 92

Tabla IV.20.- Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento..... 92

Tabla IV.21.- Efectos de Flamazo (Flash-Fire). 93

Tabla IV.22.- Efectos por Radiación Térmica. 94

Tabla IV.23.- Daños Producidos por las Ondas de Expansivas de Explosión. 94

Tabla IV.24.- Resultados obtenidos de las simulaciones. 97

Tabla IV.25.- Descripción de los escenarios de riesgo. 99

Tabla IV.26.- Recomendaciones técnicas-operativas derivadas de la reunión HazOp..... 113

Tabla IV.27.- Salvaguardas de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Laguitos”. .. 116

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Ubicación del predio.....	10
Figura I.2. Colindancias del predio.....	11
Figura I.3. Plano de las instalaciones	13
Figura II.1. Diagrama esquemático del poste de descarga.	22
Figura II.2 Compresor	24
Figura II.3. Equipo de almacenamiento	25
Figura II.4. Equipo de almacenamiento	26
Figura III.1. Tipos de clima presentes en el sistema ambiental, área de influencia y en el área del Proyecto.	36
Figura III.2. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas.	38
Figura III.3. Comportamiento de la evaporación normal total registrada por la estación Tuxtla Gutiérrez.	39
Figura III.4. Dirección predominante del viento en las zonas cercanas al área del Proyecto.	40
Figura III.5. Índice de peligro por heladas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.	41
Figura III.6. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.....	42
Figura III.7. Nivel de peligro por granizo en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.	43
Figura III.8. Nivel de peligro por sequía en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.	44
Figura III.9. Nivel de peligro por inundaciones en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.	45

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.10. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a las unidades litoestratigráficas. 46

Figura III.11. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a las Provincias y subprovincias fisiográficas. 47

Figura III.12. Gradiente altitudinal en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 48

Figura III.13. Sistema de topoformas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 50

Figura III.14. Fallas y fracturas cercanas al sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 51

Figura III.15. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 52

Figura III.16. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto en la Regionalización sísmica de México. 53

Figura III.17. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto, con respecto a la intensidad sísmica de México (escala de Mercalli). 55

Figura III.18. Unidades edafológicas presentes en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto (carta edafológica escala 1:250,000). 56

Figura III.19. Unidades edafológicas presentes en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto (carta edafológica escala 1:1,000,000). 57

Figura III.20. Grados de erosión presente en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 59

Figura III.21. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a la región hidrológica, cuenca y subcuenca. 60

Figura III.22. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a las microcuencas. 60

Figura III.23. Hidrología superficial del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto. 61

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.24. Ubicación del SA, AI y AP en el Acuífero Tuxtla. 62

Figura III.25. Pirámide poblacional del municipio de Tuxtla Gutiérrez. 66

Figura III.26. Disponibilidad de servicios y equipamiento en el municipio de Tuxtla Gutiérrez. 67

Figura III.27. Disponibilidad de bienes en el municipio de Tuxtla Gutiérrez. 67

Figura III.28. Disponibilidad de tecnologías de información y comunicación en el municipio de Tuxtla Gutiérrez. 68

Figura III.29. Población con alguna discapacidad en el municipio de Tuxtla Gutiérrez..... 69

Figura III.30. Causas de la migración en el municipio de Tuxtla Gutiérrez. 69

Figura III.31. Población económicamente activa dentro del municipio de Tuxtla Gutiérrez. 70

Figura III.32. Población no económicamente activa dentro del municipio de Tuxtla Gutiérrez. 71

Figura III.35. Nivel de escolaridad del municipio de Tuxtla Gutiérrez. 71

Figura III.34. Afiliación a los servicios de salud del municipio de Tuxtla Gutiérrez. 72

Figura III.35. Zonas vulnerables. 73

Figura IV.1. Escenario PC-1. Evento FLAM Flash Fire..... 102

Figura IV.2. Escenario PC-1. Evento CHOF Jet Fire. 103

Figura IV.3. Escenario PC-1. Evento UVCE Explosión nube de vapor. 104

Figura IV.4. Escenario CA-1. Evento FLAM Flash Fire..... 105

Figura IV.5. Escenario CA-1. CHOF Jet Fire. 106

Figura IV.6. Escenario CA-1. UVCE Explosión nube de vapor..... 107

Figura IV.7. Escenario CMP-1. FLAM Flash Fire..... 108

Figura IV.8. Escenario CMP-1. CHOF Jet Fire. 109

Figura IV.9. Escenario CMP-1. UVCE Explosión nube de vapor..... 110

Figura IV.10. Escenario CA-2. CHOF Jet Fire. 111

Figura IV.11. Escenario CMP-2. CHOF Jet Fire. 112

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.

I.1 Descripción general del proyecto.

Virtual Pipelines de México, S.A.P.I. de C.V. (VPM) es una empresa mexicana especializada en suministrar gas natural a empresas del sector industrial que no tienen acceso a un gasoducto; así como a estaciones de servicio de gas vehicular.

En tal sentido, el proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y abandono de sitio de una Estación de Compresión y Distribución de Gas Natural la cual se instalará en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas.

En este sentido, el proyecto **“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”** (el **Proyecto**) realizara el expendio al público mediante estaciones de suministro a vehículos automotores.

El Proyecto cumplirá con lo señalado 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 lules de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de agosto de 2017.

Es importante mencionar que los elementos ambientales y originales en el área ya fueron desplazados por la actividad urbana actual de la zona. Actualmente el predio del proyecto es un baldío que alberga vegetación secundaria típica de sitios perturbados, como pastizales y especies de arbolado de la región.

El **Proyecto** se pretende realizar en Carretera Tuxtla Chicoasen No 2251, Colonia Juan Crispín, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas, en las siguientes coordenadas UTM, Zona 15, WGS 84:

Tabla I.1. Coordenadas del predio

Vértice	X	Y
1	482042.76	1853740.45
2	482061.91	1853731.43
3	482074.53	1853726.16
4	482079.45	1853724.64
5	482063.83	1853686.64
6	482044.44	1853639.89
7	482032.66	1853621.81
8	481995.94	1853637.69
9	482008.47	1853657.37
10	482026.86	1853701.91

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Figura I.1. Ubicación del predio



A continuación, se muestran las colindancias del terreno:

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Figura I.2. Colindancias del predio

Norte			
Boulevard Laguitos			
Uso de suelo			
Vial			
Oeste	Casa habitación	Uso de suelo	Asentamientos Humanos
			
Este			
Predio Baldío			
Uso de suelo			
Sin uso específico			
Predio Baldío			
Sur			

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

I.2. Dimensiones del proyecto.

El polígono donde se pretende realizar el proyecto tiene un área total de 4,500.00 m², a continuación, se presentan las áreas y superficies que conforman al Proyecto en la siguiente tabla:

Tabla I.2. Áreas y superficies que conforman al Proyecto

#	Zona	m ²	Área cubierta	Área sin cubierta
1	Circulación vehicular	3,085.04		X
2	Área permeable (verde)	62.16		X
3	Área de carga de GN	414.00	X	
4	Área de servicio al público	184.11	X	
5	Área de estacionamiento	196.43		X
6	Área de servicios de la estación	108.04	X	
7	Área de equipos	227.16		X
8	Área de circulación peatonal	157.03		X
9	Muro perimetral y colindancia	66.04		X
	Área Total	4,500.00		

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

A través de un boletín informativo Pemex detalló que para la reparación del gasoducto en ambos tramos fue necesario colocar un ‘bypass’ que permitió unir los tramos no afectados para, posteriormente, reanudar el suministro de gas natural por esta vía.

Antes de que fuera abierto en servicio el ducto, se realizó un protocolo de seguridad que garantiza la integridad física y hermeticidad.

El comunicado aclara que el suministro de gas en las distintas regiones no se suspendió gracias a que éste fue relevado por mecanismos alternos. Mientras tanto en Salamanca, Valle de Santiago y Celaya los trabajadores de la paraestatal y de las compañías contratadas para la rehabilitación de los ductos afectados con las explosiones continuaron.

Debido a esto, se realizó una serie de acciones en el ámbito nacional para el manejo y detección de las posibles fallas en los sistemas de almacenamiento de hidrocarburos. Este tipo de problemas se presentaron principalmente en las estaciones de compresión muy viejas las cuales no contaban con todos los sistemas de seguridad necesarios y normas que actualmente dicta la CRE y la CNH para el funcionamiento de este tipo de franquicias o estaciones de servicio.

I.4. Bases de diseño

I.4.1. Normas, estándares y criterios de diseño

La Elaboración del Diseño e Ingeniería del Proyecto de Instalación, Operación y Mantenimiento de la Estación Servicio de Gas Natural Vehicular, se ha basado principalmente en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas e internacionales:

Normas Oficiales Mexicanas:

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

- NOM-001-ASEA-2010, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.
- 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.

Secretaría de Energía. Comisión Reguladora de Energía.

- NOM-002-SECRE-2010. Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Natural.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

- NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-059-SEMARNAT-2000. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.
- NOM-080-SEMARNAT-1994, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados en Circulación, y su Método de Medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

SEDE

- NOM -001-SEDE-2005 - Instalaciones Eléctricas (utilización).

Secretaría del Trabajo y Previsión Social

- NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo Condiciones de seguridad.
- NOM-002-STPS-2010, Condición es de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- NOM 026–STPS-1998. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación por fluidos conducidos en tuberías.

Secretaria de Comunicaciones y Transporte

- NOM-003-SCT-2008.Establece las características de las etiquetas de envases y embalajes destinados al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- NOM-005-SCT-2008.Establece las características de la información de emergencia para el transporte terrestre de materiales y residuos.
- NOM-012-SCT-2-2017. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Normas Internacionales.

- ANSI/ASME B31.3 Process Piping.
- ANSI/ASME B.1.20.1 Pipe Threads, General Purpose
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ANSI B16.34 Steel Valves (Flanged and Butt welding End).
- API RP 5C6 Welding Connections to Pipe.
- API 5L Line Pipe.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- API 6D Pipeline Valves.
- ANSI/NFPA 220 Type of Building Construction.

I.4.2. Datos meteorológicos y riesgos hidrometeorológicos

- **Temperatura ambiente**
 - Temperatura máxima: 28.7 °C
 - Temperatura media: 25.8 °C
 - Temperatura mínima: 23 °C
- **Precipitación**
 - Media anual: 954.5 mm
 - Máxima mensual: 217.2 mm
 - Máxima diaria: 7.24 mm
- **Humedad relativa**
 - Media anual: 83.3 %
- **Presión barométrica:**
 - Media anual: 1011hPa
- **Altitud:**
 - 560 - 600 msnm
- **Dirección y velocidad de los vientos:**
 - Velocidad promedio: 1-7 nudos (kts).
 - Dirección de los vientos predominantes: Noroeste

I.4.2.1. Datos por riesgos hidrometeorológicos y geológicos.

- Heladas: Muy bajo
- Ciclones: Bajo.
- Granizo: Bajo

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- Sequía: Peligro severo.
- Inundaciones: Peligro medio
- Fallas y fracturas: No existen.
- Derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos: Muy bajo
- Hundimientos: Muy bajo.
- Región sísmica: Zona C
- Intensidad sísmica: Categoría VIII

I.4.3. Uso de suelo en el lugar.

El sitio donde pretende desarrollarse el **Proyecto** se encuentra perturbado, por lo que carece de vegetación forestal y/o primaria, identificando únicamente algunas herbáceas y especies indicadoras de sitios perturbados. Asimismo, carece de cuerpos de agua de cualquier tipo.

Como se precisará en el capítulo IV, de acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, el uso de suelo en la totalidad del área del Proyecto es de asentamientos humanos. No obstante, como resultado de los recorridos realizados en campo, se corroboró la presencia de fragmentos de vegetación presente en el área del **Proyecto**, misma que no conforma masas forestales, se trata de vegetación aislada predominantemente herbácea y arbustiva, y que es características de vegetación secundaria ruderal, entendiéndose como vegetación ruderal aquellas especies sinantrópicas que prosperan en sitios perturbados asociados con asentamientos humanos. Las especies sinantrópicas o malezas son plantas silvestres que se desarrollan en hábitats modificados sustancialmente por el ser humano. Ecológicamente, las malezas se diferencian en dos grupos de plantas: (a) las arvenses, ligadas a los campos de laboreo con su remoción regular del suelo y (b) las ruderales, propias de los asentamientos humanos y otros ambientes transformados, ya que prosperan en huertos y jardines, lotes baldíos, basureros, escombros, grietas de los muros, tejados, ruinas, o bien, ocupan las orillas de vías de comunicación como caminos, carreteras y vías de ferrocarril (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2004; Rzedowski, 2006; Villaseñor et al., 2013¹).

Bajo este orden de ideas, la posesión del predio donde se pretende desarrollar el Proyecto se acredita mediante el contrato de arrendamiento de fecha 06 de diciembre de 2021, celebrado entre la C. Gloria María Santos Pimentel en su calidad de arrendador y **VPM** en su calidad de arrendatario. Mismo que se agrega como parte de los anexos del capítulo II de la Manifestación de Impacto Ambiental.

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

¹<http://www.scielo.org.mx/pdf/bs/v93n4/v93n4a21.pdf>

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

II. 1. Sustancia a Manejar

La sustancia que se manejará en el proyecto el Gas Natural, de la cual se tendrá una total de 4,000 litros (de agua), integrado mediante dos sistemas de almacenamiento con 16 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 litros (de agua) al 100% cada uno, de los cuales la tubería es de acero sin costura 34CrMo4, en la siguiente tabla se muestran las características de este:

Tabla II.1.- Sustancias manejadas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS (Chemical Abstracts Service)	Grav. Específica (g/cm3)	Características						Capacidad total		Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (Unidad)
			C	R	E	T	I	B	Capacidad Nominal	No. de unidades de almacenamiento	
Gas Natural Comprimido (Mezcla de Hidrocarburo Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua)	8006-14-2	N.A.			X		X		4,000 litros	16 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 litros (de agua) al 100% cada uno	4,000 litros

II.2. Descripción de la Sustancias

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

Tabla II.2.- Descripción de la Sustancia

Gas Natural Comprimido (GNC)	PROPIEDADES FÍSICAS	
	Porcentaje del componente riesgoso (%volumen)	100 % Vol.
	Número CAS	8006-14-7
	Número ONU	1917
	Nombre del fabricante o importador	No disponible
	Nombre Comercial o Nombre químico	(Mezcla de Hidrocarburo Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua)
	Sinónimo	Gas Combustible (Metano)
	Formula Molecular	CH4, C2H6, C3H8, C4H10, CO2, N2, H2O
	Estado físico	Gaseoso
	Peso Molecular (mezcla)	18.2
	Densidad (t1) (Agua=1) a 0°/4° C (g/ml)	0.554
	Punto de ebullición (°C)	-164

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

	Calor de evaporización a (T ₂) (cal/g)	No disponible
	Poder Calorífico (BTU/ft ³)	1019.0304
	Temperatura de gas en proceso (°C)	Temperatura ambiente
	Volumen del proceso (Volumen de almacenamiento litros)	2,000
	Presión de vapor (kPa)	53.8-79.2
	Densidad de vapor (kg/m ³) (Aire=1) @ 15.5 °C	0.61 (más ligero que el aire)
	Reactividad en agua	No reacciona
	Velocidad de evaporación	Instantánea
	Temperatura de autoignición (°C)	Aproximadamente 650
	Temperatura de fusión (°C)	No disponible
	Densidad Relativa	0.61 (Mas ligero que el aire)
	Solubilidad en agua (20°C)	Ligeramente soluble
	Estado físico	Gas
	Color	Incoloro
	Olor	Insípido y sin olor
	Punto de ebullición @ 1 atm (°C)	-160
	% de volatilidad	100
	RIESGOS PARA LA SALUD	
	Ingestión accidental	Causa nauseas, mareos y convulsiones
	Contacto con los ojos	El contacto de este gas comprimido en los ojos causa irritación, podría también causar daños severos al tejido ocular por la alta presión a que está sometido el gas, provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo.
	Contacto con la piel (contacto y absorción)	Una fuga de gas natural comprimido sobre la piel podrá provocar quemaduras por frío, similares al congelamiento, heridas por las altas presiones a que está sometido el gas en los cilindros. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente.
	Inhalación	El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiental, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente de oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia y en externo la muerte.
	DAÑO GENÉTICO	
	Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos	No disponible
	RIESGO DE INCENDIO	
	Medios de extinción	Polvo químico seco (púrpura K=bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamóico), bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga).
	Equipos especial de protección, (general) para el combate de incendio.	El personal que combate incendios de este Gas Natural Comprimido en espacios confinados, debe emplear equipo de

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

		respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada, se deberá utilizar trajes de prueba de calor (aislantes al calor) aluminizado para acercarse a combatir el incendio.
	Procedimiento especial de combate de incendio	Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores (recipientes cilíndricos a presión) y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible, en función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción. Utilizar agua como medio de lavado para retirar derrames de las fuentes de alcantarillas, sótanos o espacios confinados. En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda. Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en las zonas bajas. Tratar de cubrir producto derramado con espuma, evitado introducir agua directamente dentro del contenedor. Retirarse de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Manténgase siempre alejado de los extremos de tanque.
	Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales.	El gas natural es extremadamente inflamable, puede formar mezclas explosivas con el aire pudiendo viajar a una fuente de ignición e incendiarse fácilmente a temperatura ambiente, este gas es más ligero que el aire, por lo que en el caso de fuga, este se dispersara a la atmosfera, únicamente se requiere tener buena ventilación. El gas natural también requiere de una concentración mayor y una temperatura más alta que otros combustibles para su combustión. Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben exponerse a calentamiento, cortarse, soldarse o exponerse a flamas directas u otras fuentes de ignición.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

	Productos de combustión	La combustión de esta sustancia es completa, genera monóxido y bióxido de carbono, no genera residuos.
	Inflamabilidad (°C)	188
	DATOS DE REACTIVIDAD	
	CAS	8006-61-9
	Reactividad con el agua	Estable
	Potencial de oxidación	No determinado
	Estabilidad de la sustancia	Estabilidad química: estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.
	Incompatibilidad (sustancia a evitar)	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y color intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes como con los cuales reacciona violentamente (pentafloruro de bromo, trifloruro de cloro, cloro, flúor, heptafloruro de yodo, treftafloroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO ₂ , NF ₃ , OF ₂). Evite el contacto con oxidantes fuertes como peróxidos, ácido nítrico y percloratos.
	Estabilidad de las sustancias	Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.
	Incompatibilidad (sustancia a evitar)	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafloruro de bromo, trifloruro de cloro, cloro, flúor, heptafloruro de yodo, tetrafloroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO ₂ , NF ₃ , OF ₂). Evitar el contacto con oxidantes fuertes como peróxidos, ácido nítrico y percloratos.
	Descomposición de componentes peligrosos	Los gases o humos de la combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico)
	Polimerización peligrosa/Condiciones a evitar	Esta sustancia no presenta polimerización
	Clasificación de sustancias por su grado de corrosidad	No es corrosivo
	Clasificación de sustancia por radioactividad	No es radioactivo

En el **Anexo ER.1** se muestrea las Hojas de Datos de Seguridad del Gas Natural, se le nombra también como gas combustible ya que se considera un gas con alto porcentaje de metano (95%) que se obtiene de los procesos criogénicos del gas (torre desmetanizadora), obteniendo en su mayoría gas licuado del petróleo y naftas (gasolinas) que pasan a los siguientes procesos de refinación hasta alcanzar su calidad comercial. El Gas Natural se comprime a altas presiones para su venta en la Estación de Servicio en sustitución de las gasolinas y el diésel (refinados); este combustible se encuentra en los listados de Actividades Altamente Riesgosas, dependiendo de la capacidad de almacenamiento.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

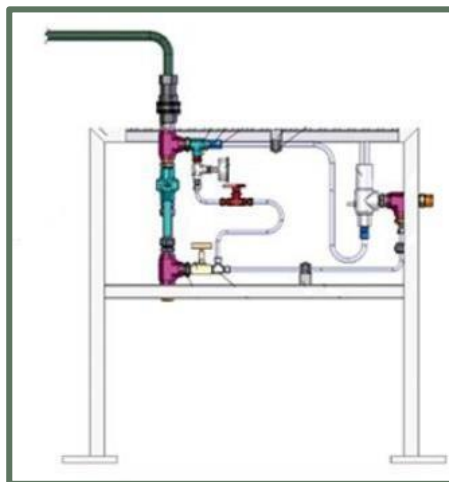
II.3. Equipos principales

II.3.1. Se instalarán 2 Postes de Descarga

Características:

- Permitirá el vaciado del contenedor que llegará a una presión de GNC cercana a los 250 Bar (3600 Psi).
- By pass integrado en el panel de prioridades.
- El gas se enviará por diferencia de presión al almacenamiento o a dispensarios, según se requiera.
- Cuando la presión de succión del compresor de aspiración variable esté por debajo de los 200 bar (3000 Psi), el compresor iniciará su trabajo de compresión para garantizar la presión de llenado en los dispensarios y sistema de almacenamiento.

Figura II.1. Diagrama esquemático del poste de descarga.



II.3.2. Compresores

Se instalarán 2 compresores, sus características se enlistan a continuación:

- Configuración del compresor estilo W.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- Diseño balanceado recíprocante para bajas vibraciones y bajo nivel de ruido.
- Vida útil de servicio de un mínimo de 25 años para el cuerpo del compresor.
- Cilindros, pistones y válvulas no-lubricados.
- Anillos y empaquetaduras hechas de teflón autolubricado composite, ciclo de vida de servicio de los anillos y empaques de 5000– 8000 horas.
- Intercambiadores de calor de alta eficiencia para las etapas intermedias de compresión y enfriamiento del gas descargado.
- Temperatura de salida del gas = 10°C sobre la temperatura ambiental.
- Control eléctrico (PLC) con indicadores del estado de alarma (monitoreo y control de todas las funciones del compresor incluyendo encendido y apagado).
- Todas las conexiones de las tuberías serán de acero inoxidable de tipo compresión de doble ferrule.
- Está diseñado para el manejo de gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales se someterá bajo condiciones de operación.
- Contará con válvulas de relevo de presión después de cada etapa de compresión, que se activarán al alcanzar una presión de 1.2 veces la presión de operación de cada etapa de compresión, mismas que desfogarán al sistema de venteo de la estación.
- Estará equipado con controles de paro automático por alta presión de descarga y por alta o baja presión de succión.
- Estará equipado con controles de paro automático por alta temperatura de descarga en la última etapa de compresión.
- Será activado por motores eléctricos, los cuales cumplirán con las características de clasificación de áreas eléctricas, según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

FiguralI.2 Compresor

CleanCNG Compressor

Daughter Series 50-3x1750SA-100-3625-2AC



Non-lubricated Natural
Gas compressors.
Designed for the lowest
vibration and noise, easy
service and extended
performance.



II.3.3. Equipo de almacenamiento

Se instalarán dos equipos de almacenamiento

Características:

- Contará con una capacidad total de almacenamiento de 4,000 litros (de agua), cada equipo está integrado mediante 16 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 litros (de agua) al 100% cada uno, de los cuales la tubería es de acero sin costura 34CrMo4.
- Cada línea de gas para 250 bar contará con válvulas de exceso de flujo, las cuales cortan totalmente el flujo del gas hacía los dispensarios en caso de que no se cuente con ninguna oposición al flujo, es decir en caso de alguna ruptura, además de contar con válvulas check (retención de flujo) para evitar el retorno del gas de los recipientes de almacenamiento al compresor. Estas válvulas son instaladas en la descarga de los equipos de compresión, entre la cascada y dispensarios y demás equipos dinámicos.
- El módulo de almacenaje permite que el exceso de GNC sea capturado y almacenado cuando es comprimido por un compresor de GNC.
- El almacenaje o buffer está diseñado para un tamaño óptimo.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- El marco es de construcción soldada con una base de acero estructural.
- El marco tiene incorporados puntos de izaje y las conexiones estarán diseñadas para asegurar a los cilindros y que estos no se muevan.
- Cada cilindro estará montado verticalmente para permitir un fácil acceso de cada cilindro individualmente en caso de mantenimiento.
- Toda la tubería interconectada deberá estar dimensionada e instalada para el alivio de los esfuerzos de contracción y expansión, entubado con tubería de acero inoxidable AISI316, ASTM A269.
- Cada cilindro contará con una válvula manual de aislamiento y de exceso de flujo.
- Para la configuración de una sola línea todos los cilindros se entuban entre sí dentro de una sola línea, solamente se requiere de una válvula ESD y una válvula de alivio de presión de 300 bar. Se muestra figura para ejemplificar.

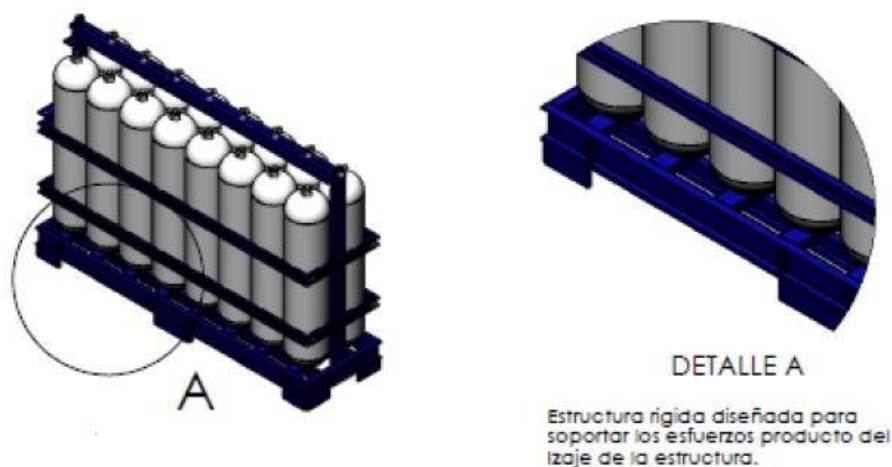


Figura II.3. Equipo de almacenamiento

II.3.4. Dispensario

Se instalarán 5 dispensarios:

Características:

- Dispensario de doble manguera.
- Diseñado para trabajos con combustible GNV, con precisión $\pm 0.5\%$.
- Suministro de una línea con control electrónico secuencial a bordo.
- Velocidad promedio de flujo nominal de 1750 Sm³/hr.
- Válvula de seguridad de presión, un interruptor de parada de emergencia para el apagado

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

automático, un interruptor de presión y una válvula de emergencia manual.

- Están equipados con acoplamientos para asegurar la desconexión inmediata y cierre automático del circuito si la manguera de suministro se desconecta.
- Electroválvulas accionadas eléctricamente, racores de acero inoxidable con doble ferrule, filtros para garantizar la calidad del gas y evitar daños al equipo.
- Pantallas con luz retro proyectada de 3 líneas con el precio total y con el precio unitario (LCD).
- Estructura exterior de acero inoxidable.
- Presión de trabajo 3600 PSI.
- Regulador de presión eléctrico, válvula de alivio, presostato manómetro.

Figura II.4. Equipo de almacenamiento



II.4. Operación.

Como el gasoducto de gas natural se encuentra fuera del alcance para su conexión y suministro a la Estación de Suministro, el GNC será entregado por una empresa distribuidora a través de contenedores móviles dedicados a transportar el gas a alta presión, y por esta razón la estación contará con un gasoducto virtual para su abastecimiento (Estación Satélite).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Por tal motivo, la EDS requerirá de un área de descarga del GNC, así como de un poste de descarga que permita el vaciado del contenedor, el cual inicialmente llegará a la EDS con una presión del GNC muy cercana a los 250 Bar (3600 psi), en donde a través de un bypass integrado en el panel de prioridades, el gas se enviará por diferencia de presión al almacenamiento o a los dispensarios, según se requiera, y cuando la presión de succión en el compresor de aspiración variable esté por debajo de los 200 Bar (3000 psi), el compresor iniciará su trabajo de compresión para garantizar la presión de llenado de los dispensarios y almacenamiento.

Como ya se ha mencionado previamente, los compresores que será utilizado en la EDS será del tipo de presión de succión variable, esto a razón de que el contenedor que suministrará el GNC conforme se vaya vaciando, irá disminuyendo su presión y en consecuencia no permitirá garantizar el llenado de los vehículos en los dispensarios.

El compresor de aspiración variable (CAV) cuenta con la característica de poder succionar desde los 30 bar (435 psi) hasta los 200 bar (2985 psi), por lo cual permite el vaciado del contenedor y a la vez contar con una presión en la descarga de 255 bar (3626 psi) en el área de dispensarios, lo que garantiza el servicio al cliente en todo momento. Es muy importante considerar que, a mayor presión de succión, mayor será el flujo en la descarga del compresor, y a menor presión de succión menor es el flujo en la descarga del mismo.

Los sistemas de la EDS de GNC para uso automotor están diseñados para operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para los cilindros de los vehículos con una presión de servicio de 200 bar sin compensación por temperatura y/o 250 bar con compensación por temperatura. Para la Estación se ha solucionado esta situación a partir de que se han definido las condiciones de operación de temperatura y presión no de manera separada, sino como sistemas que están expuestos a las mismas condiciones y protegidos por el mismo arreglo de alivio de presión, lo que da como resultado un diseño más coherente, en lugar de definir condiciones separadas para cada uno de los equipos y sistemas de tuberías considerados en el proyecto.

También el compresor contará con una válvula automática en la succión del GN y ésta será accionada o abierta cuanto el compresor inicie el ciclo de compresión y se cerrará por las siguientes causas: cuando el compresor termine su ciclo de compresión, por paro manual del equipo, por paro de emergencia activado, por cierre o pérdida de gas, por pérdida de energía eléctrica en el PLC del compresor o por daño del actuador.

Se tendrá instalada una válvula de corte manual en la tubería de gas natural de acometida al compresor, sistema de almacenamiento y dispensarios, con la cual se podrá interrumpir el flujo de gas y aislar cada uno de los equipos en particular.

Para evitar problemas a futuro, como la acumulación de líquidos condensados del gas dentro de los tanques de almacenamiento y contenedores del transporte de gas, lo cual provocaría el envejecimiento prematuro del interior de éstos por corrosión, así como posibles daños en el compresor provocando la fractura de las válvulas de compresión, saturación y colapso de filtros, etc., se ha recomendado la instalación de filtros y/o adsorbentes o secadores de gas.

II.4.1. Operación del compresor.

Para el proceso de compresión, se contará con un compresor del tipo pistón, arreglo en “W” sistema reciprocante, que significa que el gas se comprimirá en varias etapas dentro de diferentes cilindros que sirven de recipiente y que a través de un pistón que por desplazamiento reduce su volumen,

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

este gas comprimido pasa a una siguiente etapa de compresión, en un cilindro de menor espacio para incrementar nuevamente su presión, sucediendo esto en 4 etapas de compresión, con una presión de succión de 60 a 100 psi y con una presión de descarga de 3625 psi.

Las variables del gas afectadas en este proceso serán presión, volumen y temperatura. Cada vez que el espacio que ocupa el gas se reduce, y la separación entre las partículas del gas se estrechan ejerciendo mayor presión entre cada una de ellas, y por consecuencia una mayor fricción, la temperatura se eleva considerablemente. Por lo anterior es necesario que después de cada etapa de compresión el gas sea enfriado, para lo cual es enviado a un intercambiador de calor que consiste en un radiador con un sistema de ventilación forzada, el cual reduce la temperatura del gas antes de pasar a la siguiente etapa de compresión.

El control de apertura y cierre de válvulas, arranque y paro del compresor y ventiladores, monitoreo de todos los parámetros de compresión como son presión, temperatura, contaminación de gas, etc., lo realizará un PLC dedicado, el cual estará programado para operar el equipo de manera segura y autónoma.

Para iniciar el proceso de compresión, es indispensable que el sistema tenga presencia de gas en la succión, así como presión adecuada del mismo. De igual manera todas las demás condiciones de operación serán analizadas como presencia de alarmas, presiones y temperaturas en inter etapas, condiciones óptimas del motor eléctrico, etc. Teniendo todo lo anterior el equipo podrá ponerse en marcha ante la necesidad de la compresión.

El equipo de compresión contará con un tanque de recuperación de gas, el cual permitirá que después de alcanzar la presión de descarga máxima, el gas contenido en la tubería y en cada etapa de compresión, sea enviado a un tanque recuperador, para evitar que el equipo se mantenga presurizado con altas presiones, y permita el siguiente arranque sin carga adicional. Así, después de cada etapa de compresión tendrá un expansor de gas, donde el gas se expande y provoca que los líquidos vaporizados aun existentes se precipiten y puedan ser drenados fuera del sistema de gas, lo anterior se realizará a través de válvulas de drenado.

Como medida de seguridad, en la succión (tanque de recuperación de gas) y después de cada etapa de compresión, se contará con válvulas de relevo de presión las cuales estarán calibradas para liberar al ambiente el exceso de presión cuando rebasen 1.2 veces la presión normal de operación del equipo.

El PLC que controlará la operación del compresor, monitoreará y analizará constantemente todas las variables y ante la presencia de alguna anomalía determinada por puntos de referencia dadas en la programación del equipo, este podrá tomar la decisión de dejar fuera de servicio el equipo, enviando una alarma visual y sonora al panel de control del CCM, siendo condición necesaria el reconocer la alarma y corregir la anomalía para poder reiniciar y poner en servicio el equipo.

Algunas de las alarmas por las que el equipo puede quedar fuera de servicio serán: alta presión o temperatura en algunas de las etapas, contaminación de gas en el ambiente, pérdida de energía eléctrica, paro de emergencia activado, sobrecarga en motores de los ventiladores, baja o alta presión de succión de gas, etc.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

II.4.1.1. Secuencia de arranque y paro del compresor:

1. El Sistema de compresión es requerido cuando la presión de gas en los bancos de almacenamiento o dispensario cae por debajo del set point de arranque.
2. El paro del equipo se realizará cuando los dispensarios no estén surtiendo y el almacenamiento alcance su presión máxima de llenado.
3. Para permitir que el detector de gas muestree y monitoree presencia de gas en el ambiente, los ventiladores de enfriamiento paran cada 20 minutos con un intervalo de 30 segundos.
4. Cuando el compresor para por alcanzar su máxima presión, la unidad recirculará el gas entre 0 – 1800 segundos para enfriar el equipo, tiempo ajustado por el usuario.
5. Una vez que el compresor para totalmente, el compresor toma un tiempo de 1 minuto para poder reiniciar nuevamente.
6. La línea de bypass a dispensarios tendrá la mayor prioridad, después el banco de almacenamiento
7. La diferencia entre la máxima y mínima presión de operación, se llama banda muerta y es normalmente de 300 psi.

II.4.1.2. Secuencia del Panel de Prioridades:

1. La línea de Bypass a dispensarios tiene a mayor prioridad después del banco de almacenamiento
2. La diferencia entre la máxima y mínima presión de operación, se llama banda muerta y es normalmente de 300 psi.

II.4.1.3. Paro de Emergencia del compresor:

1. Los paros de emergencia se encuentran localizados en diferentes puntos de la Estación, como son dispensarios, en cada uno de los equipos de la estación de compresión como son secadores de gas, compresor, almacenamiento, panel de prioridades, cuarto eléctrico y oficinas administrativas. La activación de cualquiera de estos provoca que la estación deje de comprimir y despachar gas a razón de que los equipos paran su operación por interrupción en el suministro de energía eléctrica y gas natural, cerrando todas las válvulas automáticas que son operadas con gas natural.
2. A la activación de un paro de emergencia, el PLC envía la orden de cierre de válvulas y la interrupción de energía eléctrica a los arrancadores en el CCM, y manda una alarma visual y sonora indicando el tipo de alarma para su reconocimiento y valoración.
3. El PLC mantiene un registro histórico de cada alarma activada para su consulta.
4. El sistema cuenta con una Unidad de Respaldo de Energía (UPS) para permitir que los sistemas de control de la estación se mantengan alertas.

Después de comprimir el gas, este será enviado por tuberías de acero inoxidable diseñadas para soportar la presión de operación de la Estación, para su despacho o almacenamiento, dependiendo

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADO POR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

de donde se requiera, teniendo como principal prioridad los dispensarios y después el almacenamiento o buffer, y toda la operación de llenado será controlada por un PLC el cual por medio de la presión del gas tomará decisiones del destino de este a través de panel de prioridades, que es un tablero con arreglo de tuberías y válvulas automáticas con actuador neumático, que permitirá direccionar el flujo de gas a donde sea necesario.

II.4.1.4. Mantenimiento del compresor.

Procedimiento de seguridad para dar mantenimiento al compresor.

1. Dar aviso al encargado de la Estación el que se dejará fuera de operación el compresor, debido a que se le realizará servicio de mantenimiento.
2. Colocar el selector en posición “OFF” desde el tablero de control del compresor que va a revisarse, y bajar la palanca del interruptor principal del equipo en el CCM, mantener y colocar en el interruptor un candado y un aviso de “EQUIPO FUERA DE SERVICIO”. De preferencia podrá colocarse una etiqueta con fotografía, nombre del personal y su número de teléfono para su localización.
3. Cerrar las válvulas manuales de succión y descarga de gas del compresor. Encender ventiladores para evitar la concentración del gas y dispersarlo más rápidamente.
4. Despresurizar el equipo por medio de la válvula de venteo.
5. Trabajar en el compresor utilizando las herramientas adecuadas.
6. Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que se esté realizando.
7. Verificar el no dejar piezas o herramientas dentro del equipo, ni en partes giratorias al término del servicio. Al igual retirar del área todas las refacciones nuevas y usadas, herramientas y utensilios ocupados en el servicio.
8. Girar manualmente el motor – compresor para verificar que éste gire libremente.
9. Abrir válvula de succión lentamente, dejando la válvula de venteo abierta por 3 minutos para que el gas desplace el oxígeno del interior del equipo, accionar el ventilador en forma manual para dispersar el gas y evitar la concentración de este.
10. Después de lo anterior, verificar y corregir la presencia de fuga de gas en las partes desarmadas.
11. Poner en automático el ventilador y colocar selector en posición “AUTO”, retirar el candado y letrero de aviso.
12. Subir palanca de interruptor par energizar el equipo.
13. Verificar la existencia de fugas, vibraciones y ruidos anormales para su posible corrección.
14. Dar aviso al encargado de la Estación, la disponibilidad del equipo.

Los servicios de mantenimiento requeridos por el compresor serán los siguientes.

Diario:

- Revisión / reparación de fugas de gas, aceite o aire.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- Reposición de niveles de aceite del cárter.
- Drenado de filtros.
- Revisión de historial de alarmas en CCM.
- Revisión / reparación de lámparas de señalización en tableros.

Semanal:

- Drenado de filtros o secador de gas.
- Drenado de aceite y agua capturada del gas en compresores.
- Revisión de lecturas en indicadores locales (presión, nivel, temperatura, etc.).
- Verificación de operación de las válvulas automáticas.
- Monitoreo de temperatura de las válvulas de compresión.

Mensual:

- Revisión / apriete de tornillería de sujeción por vibración.
- Activación y verificación de paros de emergencia.
- Verificación de operación de las válvulas automáticas.
- Monitoreo de temperatura de las válvulas de compresión.

Cada 3 meses:

- Revisión / cambio de filtros de succión y descarga de gas.
- Reposición / cambio de aceite del cárter en compresor.
- Lubricación de rodamientos y chumacera.

Cada 4000 horas:

- Reemplazo de válvulas de compresión y sellos de válvulas.

Anual:

- Servicio de mantenimiento a válvulas de relevo de presión (entre 12 y 15 meses después del último servicio).
- Análisis de vibración del equipo / reparación si es necesario.
- Pintura de equipo si es necesario.

Cada 10000 y 20000 horas:

- Servicio menor o mayor al equipo de compresión de acuerdo a recomendaciones del fabricante.

Procedimiento de seguridad para el mantenimiento del Panel de Prioridades

1. Dar aviso al encargado de la Estación, de que se dejará fuera de servicio la EDS.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADO POR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

2. Proceder a desenergizar al compresor desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.
3. Colocar el selector en posición “OFF” desde el tablero de control de los compresores y bajar las palancas de los interruptores en el CCM, mantener y colocar en cada interruptor un candado y un aviso de “Equipo fuera de Servicio”.
4. Cerrar las válvulas manuales de entrada (compresor, tanques de almacenamiento y filtros) y salida al panel de prioridades hacia el dispensario.
5. Despresurizar el equipo por medio de la válvula de venteo y de dren.
6. Trabajar en el Tablero de Prioridades utilizando las herramientas adecuadas.
7. Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que se esté realizando.
8. Terminando los trabajos, abrir lentamente las válvulas de entrada y salida del Tablero de Prioridades.
9. Verificar y corregir posibles fugas, retirar candados, subir interruptores en tableros eléctricos y restablecer selector en posición “AUTO” en tablero local del compresor.
10. Reanudar la operación de la EDS teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.
11. Dar aviso al encargado de la Estación sobre la disponibilidad del equipo.

II.4.2. Operación del Sistema de almacenamiento.

El propósito fundamental del sistema de almacenamiento será dar fluidez y velocidad de llenado, además de evitar el trabajo continuo del compresor y contar con un servicio inmediato sin esperar que el compresor inicie su trabajo.

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

Los operadores de la Estación, podrán ver el estatus de los equipos de compresión y modificar algunos de los parámetros de referencia (o set point) de operación a través de una interface al PLC, localizada en el tablero del CCM llamado Panel View. Esta pantalla será el punto de inicio para la interface Hombre – Máquina. A través de unas teclas de función se podrá tener acceso a la operación de ciertas válvulas y motores de forma manual, deshabilitando su operación automática, y con otras funciones se podrá acceder a los valores de Set Point de referencia, los cuales permitirán al usuario variar algunos de los parámetros de control como sea necesario, de igual manera por medio de esta pantalla se podrán mostrar situaciones de alarma y tener conocimiento del historial de las mismas. Para el cambio de estos parámetros se requerirá de la autorización de personal calificado.

Los tanques de almacenamiento estarán fabricados con tubo de acero al carbono templado de una sola pieza y estarán interconectados para ofrecer una mayor capacidad de almacenamiento, cada tanque estará diseñado para soportar la presión de operación de la estación y contará con válvulas de aislamiento individualmente y una válvula de relevo de presión por paquete, la cual estará calibrada para operar para liberar al ambiente el exceso de presión cuando rebasen 1.2 veces la

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

presión normal de operación del equipo. El grupo de tanques estará configurado para una capacidad de 2000 litros de agua cada uno, instalados dentro de un bastidor de acero, en forma vertical, unidos con tubería de acero inoxidable.

En la parte inferior de cada tanque, al igual que en la descarga, contará con una válvula de aislamiento unida con tubería de acero inoxidable para permitir el drenado de los condensados que pudieran acumularse con el tiempo. El sistema de almacenamiento de GNC deberá estar a una distancia no menor a 5 m del punto de suministro o punto de recepción de un combustible líquido.

II.4.2.1. Procedimiento de seguridad para dar mantenimiento al sistema de almacenamiento:

1. Dar aviso al encargado de la Estación el que se dejará fuera de operación el sistema de almacenamiento por servicio de mantenimiento.
2. Dejar fuera de servicio el compresor el tiempo suficiente para que sea despachado el gas hasta vaciarlo a su mínima capacidad.
3. Cerrar las válvulas de entrada de gas a los cilindros que van a revisarse o darles mantenimiento.
4. Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que se va a realizar.
5. Tomar todas las precauciones posibles evitando tener contacto con el gas, a razón de que la presión del gas puede causar daños similares a los de una navaja, causar quemaduras graves, congelamiento o asfixia.
6. Ventear la atmósfera a través de la válvula de purga del gas de los cilindros, cuidando de capturar los hidrocarburos líquidos.
7. Utilizando las herramientas adecuadas, desconectar las tuberías de entrada y de salida de gas de los cilindros en cuestión.
8. Realizar las reparaciones o servicios.
9. Dar aviso al encargado de la Estación sobre la disponibilidad del equipo, una vez concluidas las actividades de mantenimiento o revisión.

Los tanques de almacenamiento requerirán del siguiente mantenimiento:

1. Revisión / reparación de fugas de gas en válvulas y conexiones.
2. Mantenimiento anual de la válvula de relevo de presión (realizando este servicio entre los 12 y 15 meses después del último servicio, consistiendo en el cambio de guías, vástagos y sellos de la válvula, así como rectificación de los asientos de sellos).
3. Drenado mensual de los condensados en los tanques.
4. Aplicación de pintura para evitar corrosión
5. Cada 5 años, revisión y verificación de los tanques (verificación de espesores y elongación del material, comparando contra las especificaciones del fabricante y certificados de pruebas realizadas por el mismo).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

II.4.3. Operación de los Dispensarios.

Los equipos de despacho llamados dispensarios, iniciarán el llenado por diferencia de presión primeramente recibiendo gas del Sistema de Almacenamiento a los tanques de almacenamiento de los automóviles. Una vez que la presión comienza a igualarse (al igual que el flujo disminuye), el sistema de control del compresor enviará una señal de arranque y comenzará a comprimir enviando el gas ya comprimido directamente a los tanques de las unidades móviles hasta llenarlos totalmente.

El sistema de llenado con Almacenamiento, sirve para dar velocidad de llenado, y si consideramos que el almacenaje es mucho más grande que la capacidad de los tanques de los autos, el número de arranques y paros de los Compresores disminuye considerablemente, la más alta prioridad del compresor será el llenado en el área de Despacho y posterior a ello del Sistema de Almacenamiento.

Para realizar la transferencia, el dispensario contará con un arreglo de tuberías y válvulas que permitirán el llenado de manera segura sin necesidad de vigilancia, opcionalmente este sistema monitoreará la presión de llenado, la temperatura ambiente y del gas, calculará la capacidad de la unidad a llenar para la suspensión del llenado, administrará el volumen de gas despachado parcial y acumulado, corregirá por temperatura el volumen y presión despachado para evitar el sobrellenado.

El flujo de gas será controlado a través de válvulas automáticas operadas con solenoides eléctricos a prueba de explosión. Para evitar que el gas se retorne, contará con válvulas check en cada línea de llenado. Como elemento de seguridad, contará con una válvula de relevo de presión instalada en la descarga del dispensario, la cual permitirá liberar el exceso de presión al ambiente. El dispensario se protegerá por un posible exceso de flujo (fractura de tuberías, rotura de mangueras de llenado) realizando el cierre de las válvulas, bloqueando inmediatamente el flujo de gas.

En el acoplamiento de la manguera flexible de llenado al dispensario, tendrá un elemento mecánico que permitirá desprender la manguera del dispensario, bloqueando inmediatamente el flujo de gas ante un jalón excesivo de ésta. Una de las características de la manguera es que es conductora de electricidad, por lo cual permanentemente estará conectada a tierra física, para evitar descargas de la energía estática provocada por el flujo y la fricción del gas.

Las señalizaciones de los activadores de paro de emergencia deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

1. La leyenda de “PARO DE EMERGENCIA” en letras rojas sobre fondo blanco.
2. Letras de altura e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, de acuerdo con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008.
3. Colocadas en un lugar fácilmente visible adyacente a cada activador del Sistema de Paro de Emergencia.

II.4.3.1 Mantenimiento de los dispensarios.

Procedimiento de seguridad para dar mantenimiento a los dispensarios:

1. Dar aviso al encargado de la Estación el que se dejará fuera de servicio la manguera o dispensario.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

2. Colocar los señalamientos de “Área fuera de servicio” para indicar y asegurar el área de trabajo, cerrando completamente las posiciones de carga.
3. Cerrar válvulas de alimentación de gas al dispensario.
4. A través de la válvula de venteo de cada manguera, despresurizar equipo al que se realizará el servicio.
5. Según sea el caso, desenergizar el dispensario desde el tablero eléctrico.
6. A pesar de que se haya despresurizado el equipo, se deberá proceder con precaución ya que por obstrucciones puede haber quedado gas en tuberías o en algún otro elemento, para ello se recomienda aflojar las conexiones lentamente hasta garantizar que no exista presencia de gas.
7. Realizar los trabajos de mantenimiento utilizando los elementos de protección personal y las herramientas adecuadas de acuerdo a la actividad que se va a realizar.
8. Terminando los trabajos, se procederá a abrir lentamente las válvulas de alimentación de gas al dispensario, evitando golpes internos en la tubería (golpe de ariete) que pudieran dañar las conexiones o equipos, hasta un desprendimiento de tubería.
9. Verificar y corregir posibles fugas.
10. Reanudar operaciones del dispensario teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.
11. Dar aviso al encargado de la Estación sobre la disponibilidad del equipo.

El mantenimiento necesario de estos equipos es el siguiente:

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. El personal no deberá confiarse, ya que esta presión de gas es muy peligrosa y puede causar daños severos a las personas o equipos.

- Revisar / corregir fugas de gas en elementos y conexiones.
- Revisar / corregir posibles congelamientos en regulador de presión y válvulas.
- Verificar / cambio de manómetros de dispensario.
- Revisar / cambio de posibles daños en mangueras flexibles de llenado.
- Revisar / cambio de conexión de llenado.
- Revisar a través del manómetro que el dispensario se mantenga presurizado permanentemente, de lo contrario buscar fuga.
- Mantenimiento anual de la válvula de relevo de presión (realizando este servicio entre los 12 y 15 meses después del último servicio, consistiendo en el cambio de guías, vástagos y sellos de la válvula, así como rectificación de los asientos de los sellos).

III.DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

III.1 Medio abiótico.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Clima.

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o también es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, presión atmosférica, humedad, viento y precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, altitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y, posteriormente, para el **INEGI** en 1980.

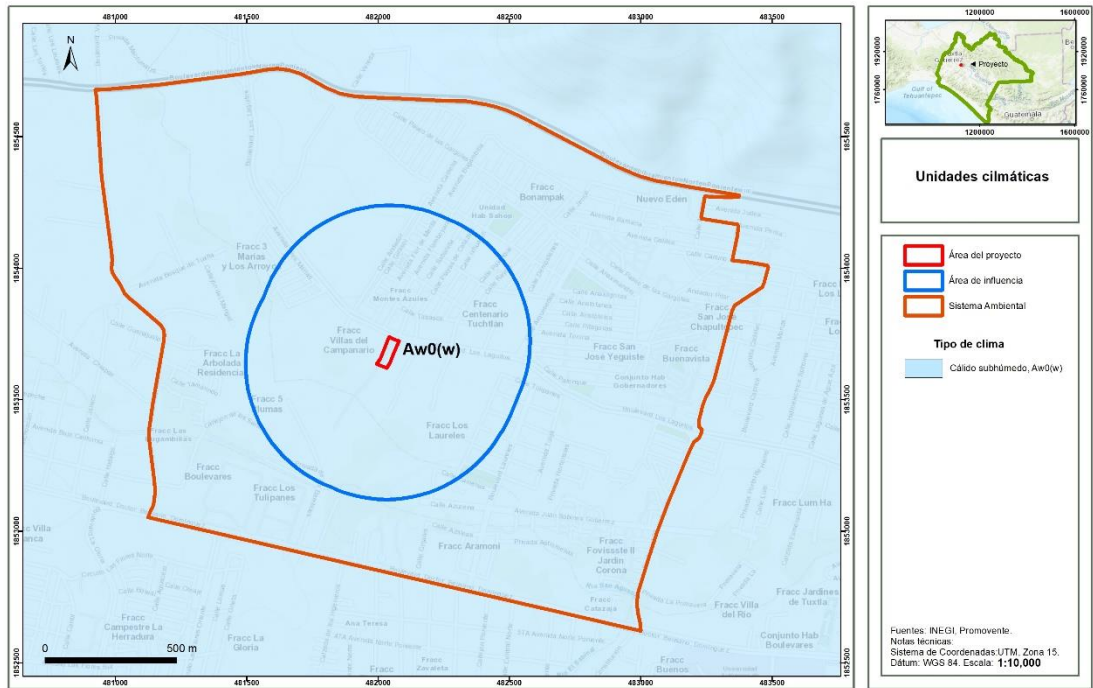
Con base en esta clasificación, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para la clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Los subgrupos de humedad pueden ser clasificados en forma general en húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

De acuerdo con esta clasificación, el clima presente en el **SA** se encuentra en el grupo climático A, que corresponde a climas cálidos subhúmedos; específicamente, el clima presente en el **SA**, **AI** y **AP** es el cálido subhúmedo de menor humedad (**pitación invernal** menor del 5%).

Figura III.). Este clima presenta una temperatura media anual mayor de 22 °C y un porcentaje de precipitación invernal menor del 5%.

Figura III.1. Tipos de clima presentes en el sistema ambiental, área de influencia y en el área del Proyecto.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--



Con el propósito de hacer un análisis más detallado de las condiciones meteorológicas del **SA**, así como del **AP** y del **AI**, se llevó a cabo una evaluación de la información generada por la estación meteorológica más cercana al área de estudio y que contara con la información recopilada de registros de 59 años (1951-2010), siendo esta la estación número 7165 Tuxtla Gutiérrez, cuyos datos de identificación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III.1. Estación meteorológica cercana a la zona de estudio (m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar).

Estación	Número	Municipio y estado	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
Tuxtla Gutiérrez (Obs)	7165	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	16°45'00" N	093°08'00" O	570 m.s.n.m.

Con el registro de información de la estación se prosiguió a realizar un análisis de las variables climatológicas, temperatura y precipitación, obteniendo la siguiente información:

Temperatura.

La temperatura promedio anual registrada en la estación oscila entre los 23 y los 28.7°C (con una temperatura promedio de 25.8°C). Los meses más cálidos son abril y mayo, con una media de 28.2 y 28.7°C, respectivamente. Los meses más fríos son diciembre y enero con 23.3 y 23°C respectivamente (**Tabla III.2**).

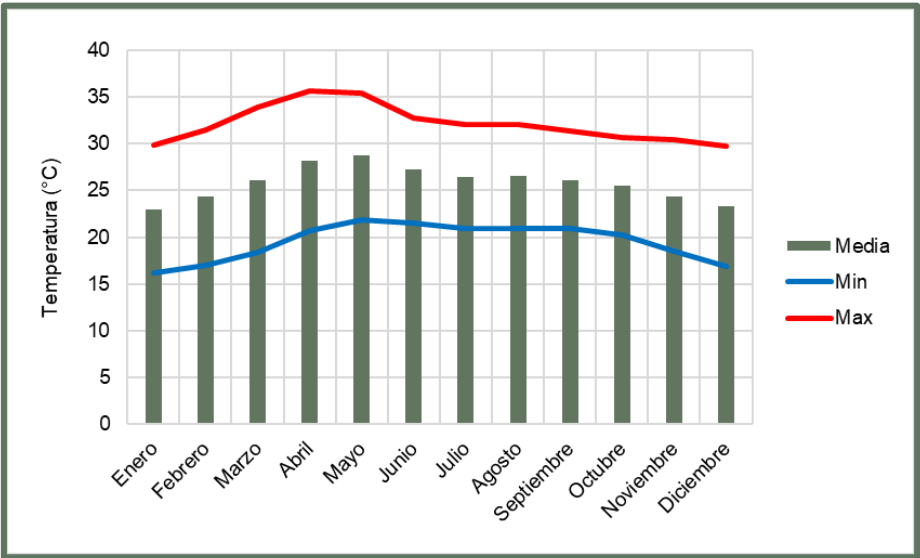
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla III.2. Temperatura media mensual registrada.

Mes	Min	Media	Max
Enero	16.2	23	29.8
Febrero	17	24.3	31.5
Marzo	18.4	26.1	33.9
Abril	20.7	28.2	35.6
Mayo	21.9	28.7	35.4
Junio	21.5	27.2	32.8
Julio	20.9	26.4	32
Agosto	20.9	26.5	32.1
Septiembre	20.9	26.1	31.3
Octubre	20.2	25.5	30.7
Noviembre	18.5	24.4	30.4
Diciembre	16.9	23.3	29.7
Promedio	19.5	25.8	32.1

Asimismo, en la **Figura III.2** se muestra el comportamiento de la temperatura media mensual registrada en la estación meteorológica.

Figura III.2. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas.



	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Precipitación.

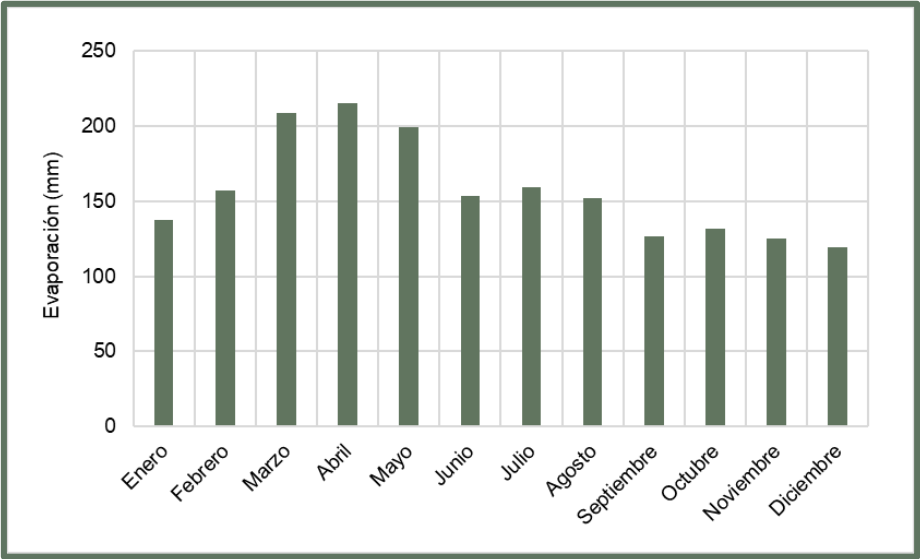
La precipitación media anual registrada en la estación varía entre 0.9 y 217.2 mm, con una precipitación anual de 954.5 mm. El mes más lluvioso es junio, con registros de precipitaciones de 217.2 mm, seguido de septiembre con registros de 190.8 mm. Por otro lado, los meses con menor precipitación son enero y febrero con registros de 0.9 y 2.6 mm, respectivamente.

Tabla III.3. Precipitación media y máxima mensual.

Mes	Media	Máxima
Enero	0.9	7.8
Febrero	2.6	38
Marzo	3.2	42.7
Abril	12.3	97.7
Mayo	82.4	247.5
Junio	217.2	350.4
Julio	176.1	359.1
Agosto	186	426.7
Septiembre	190.8	454
Octubre	65.6	275.9
Noviembre	14.5	153
Diciembre	2.9	14.6
Anual	954.5	---

Figura III.3. Comportamiento de la evaporación normal total registrada por la estación Tuxtla Gutiérrez.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---



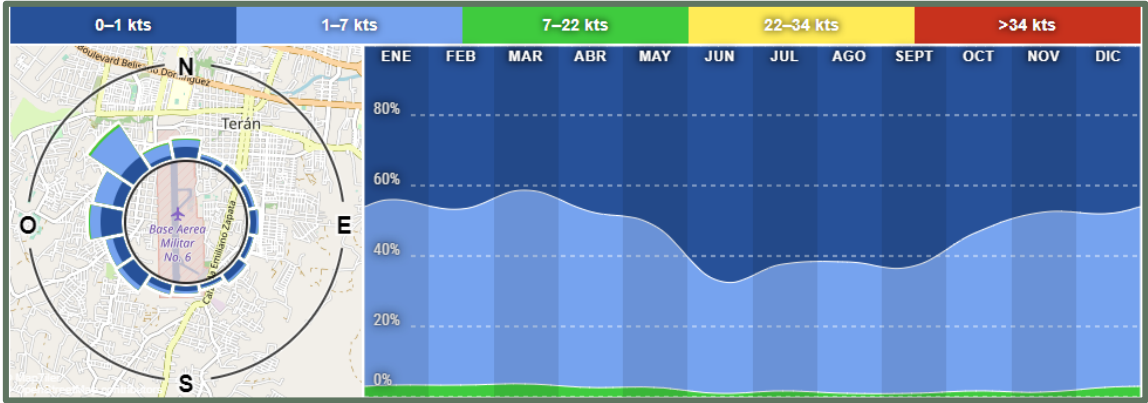
Vientos dominantes.

El viento es un elemento climatológico definido como “aire en movimiento”, se describe mediante las características de velocidad y dirección del aire. Debido a esto, se le considera como un vector de magnitud. La rosa de los vientos es el símbolo que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad de viento para un localidad y periodo de tiempo dado.

Los datos de velocidad y dirección del viento provienen de la estación meteorológica más cercana al **AP, AI y SA** y que cuenta con registros de este tipo. En este caso, la estación se denomina Tuxtla Gutiérrez/Teran localizada a aproximadamente 3 km al sur del **Proyecto**. Durante el año, los vientos tienen una dirección variable, siendo la dirección de los vientos predominantes hacia el noroeste (Figura III.4), con una velocidad promedio anual de 1-7 nudos (kts).

Figura III.4. Dirección predominante del viento en las zonas cercanas al área del Proyecto.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---



Fenómenos climatológicos.

En la **Tabla III.4.** se presentan los datos para los fenómenos climatológicos de lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas para la estación Tuxtla Gutiérrez.

Tabla III.4. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en la estación Tuxtla Gutiérrez.

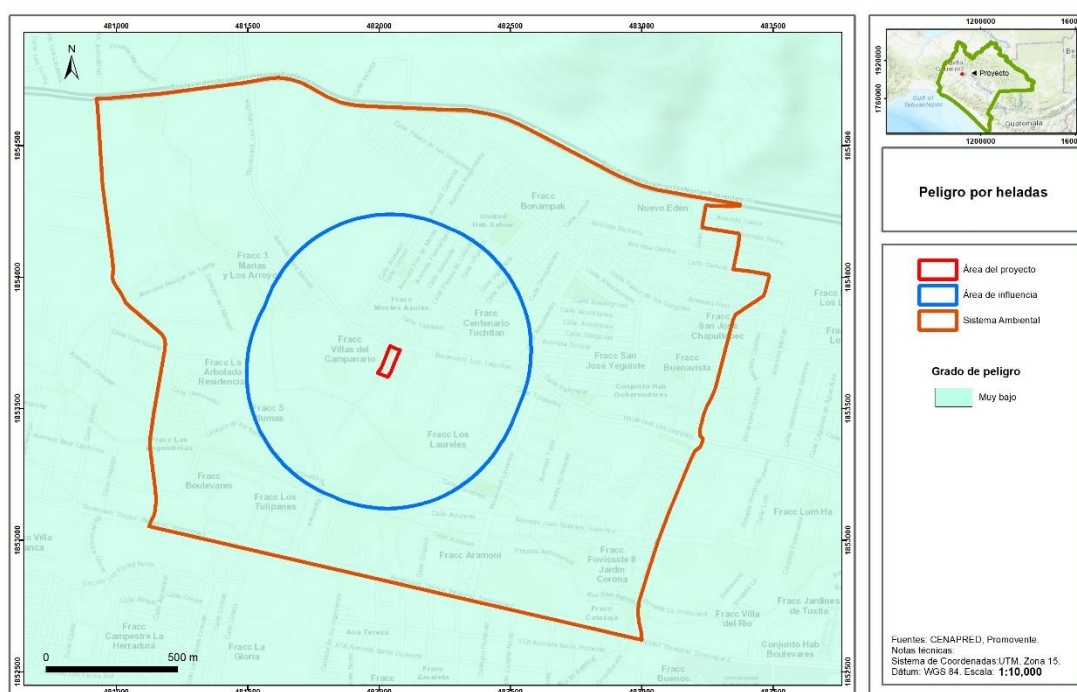
Mes	Lluvia	Niebla	Granizo	Tormenta eléctrica
Enero	0.7	0.2	0.0	0
Febrero	0.6	0.2	0.0	0
Marzo	0.6	0.1	0.0	0
Abril	1.7	0	0.0	0.1
Mayo	8.1	0.3	0.0	0.3
Junio	17.8	1	0.1	0.3
Julio	16.9	0.8	0.0	0.7
Agosto	16.6	0.6	0.0	1
Septiembre	18.1	0.6	0.0	0.7
Octubre	8.4	0.2	0.1	0.3
Noviembre	2.5	0.1	0.0	0.5
Diciembre	1.3	0.2	0.0	0
Anual	93.3	4.3	0.2	3.9

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

Heladas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es $< 0^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (**CENAPRED**), el **SA**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona que ha presentado un índice muy bajo de peligro por ocurrencia de heladas Figura III.5

Figura III.5. Índice de peligro por heladas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.

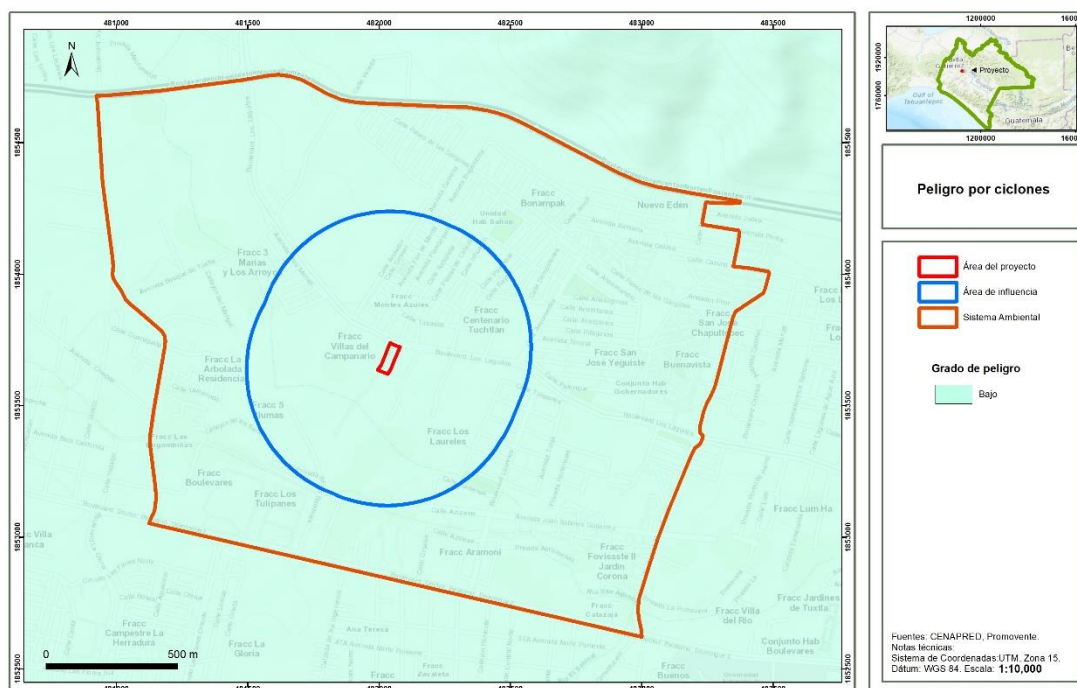


Ciclones tropicales.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C , con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el peligro por ciclones en el **SA**, **AI**, y **AP** es bajo (**Figura III.6.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.6. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



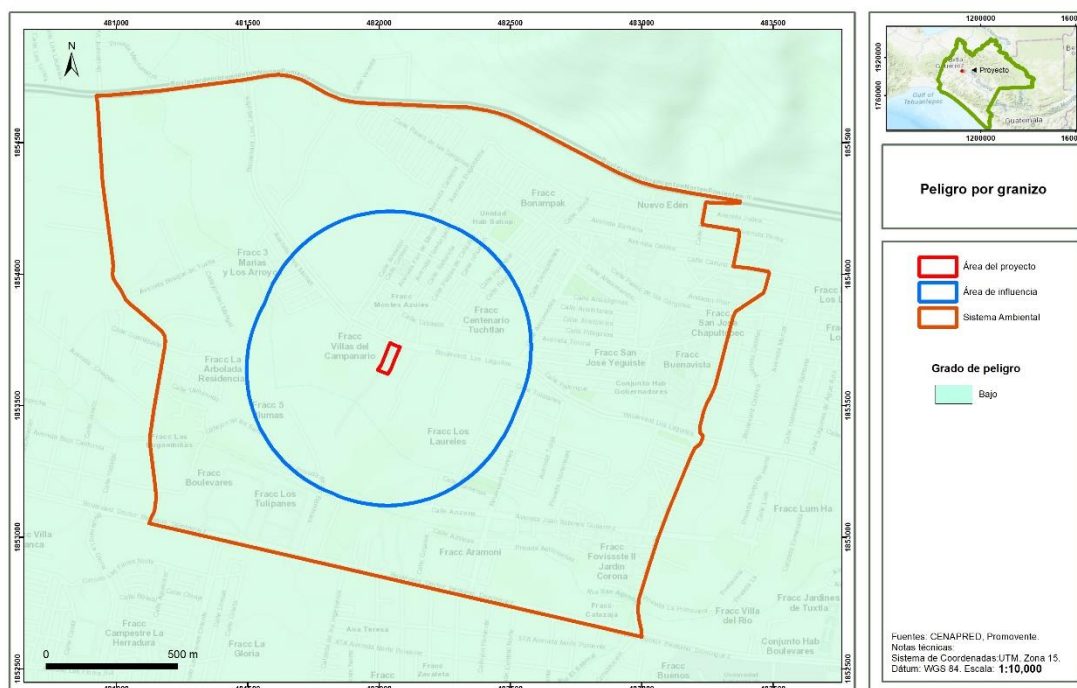
Granizo.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, el **SA**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es bajo (**Figura III.7**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Figura III.7. Nivel de peligro por granizo en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Sequía.

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región.

Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED**, el **SA, AI y AP** se encuentra en una zona con peligro severo por sequía (**Figura.III.8.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.8. Nivel de peligro por sequía en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Inundaciones.

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas. El **SA**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona con un nivel de peligro medio por inundaciones (**Figura III.9.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.9. Nivel de peligro por inundaciones en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Geología.

Dentro del **SA**, **AI** y **AP** se distribuyen rocas de clase sedimentaria tipo caliza-lutita (**Figura III.10.**). Las rocas sedimentarias son aquellas que se forman a causa de los agentes externos de erosión: agua, viento hielo y cambios de temperatura, agentes que producen el efecto de meteorización (desintegración y descomposición de las rocas), cuyas partículas son transportadas y finalmente depositadas, conforme se acumulan sedimentos, los materiales del fondo se compactan formando a la roca sedimentaria. La roca de tipo caliza (roca química o bioquímica) es la roca más importante de las rocas carbonatadas; constituida de carbonato de calcio, pudiendo estar acompañada de aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su parte las rocas de tipo lutita son rocas constituidas por material terrígeno muy fino (arcillas) 1/256 mm, debido al tamaño de sus componentes no es posible una clasificación más precisa.

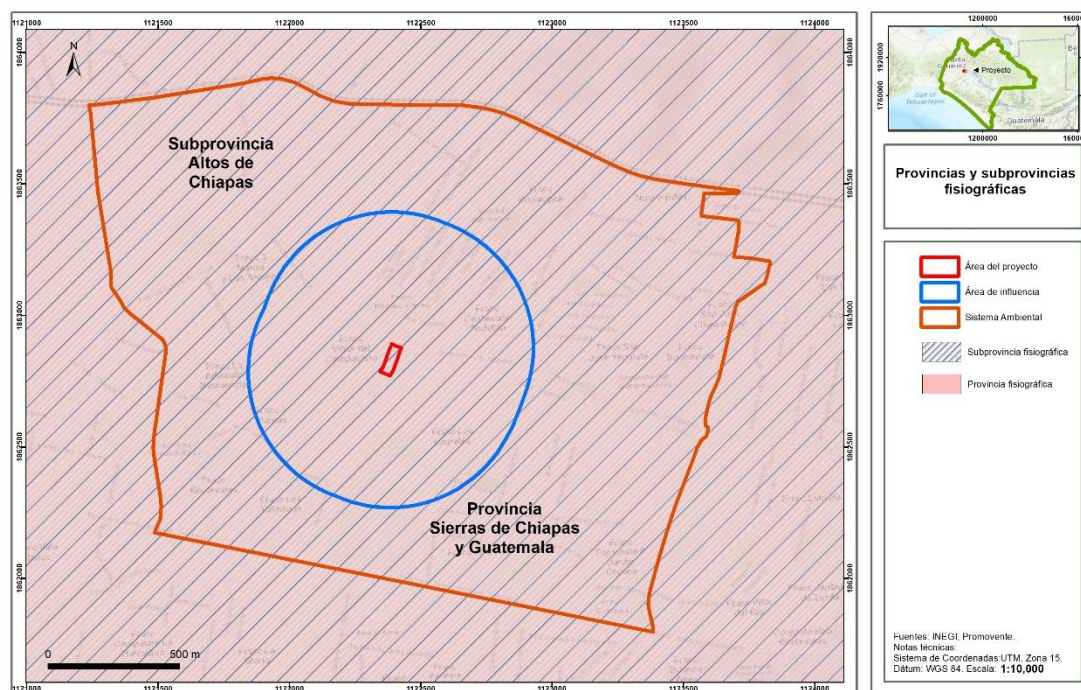
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Fisiografía.

La fisiografía es una subdivisión del territorio nacional que tiene como finalidad agrupar regiones que tengan un mismo origen geológico, paisajístico, litológico y morfológico en la mayor parte de su extensión; es un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia. Por otro lado, las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.

El **SA**, **AP** y **AI** pertenecen a la provincia denominada Sierras de Chiapas y Guatemala, subprovincia Altos de Chiapas (**Figura III.11.**).

Figura III.11. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a las Provincias y subprovincias fisiográficas.



La provincia Sierras de Chiapas, es una extensión de montañas localizada en el Sureste de México que se extiende hacia Guatemala. Políticamente abarca territorio de los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, incluye las sierras del noroeste y noreste de Chiapas, así como la altiplanicie al sur del estado. Dichas sierras están integradas por rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental Al noroeste se localiza el imponente Cañón del Sumidero por donde fluye el río Grijalva y al centro-sur de la provincia se encuentra la Depresión central de Chiapas, en donde está la presa de la Angostura.

Como parte de esta provincia se encuentra la subprovincia Altos de Chiapas, la cual se localiza al noroeste de la Planicie Costera del Pacífico y se denota como una gran estructura que se levanta

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

abruptamente con respecto a las tierras bajas, con una orientación noroeste-sureste. En forma parcial se ubica dentro de la denominada Depresión Central que corre en forma paralela a la anterior.

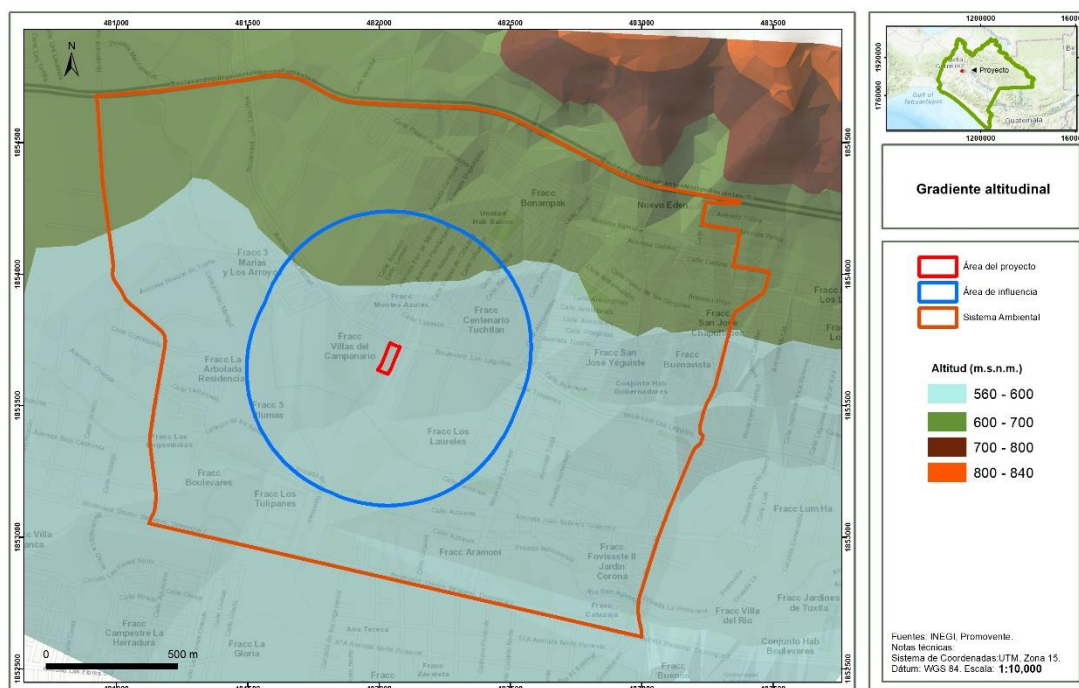
Características del relieve.

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno que determinan las topoformas de la superficie del terreno. Algunas características tales como fallas y fracturas tectónicas son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

Altitud.

El **SAy AI** se ubican en una zona cuya altitud se encuentra en un rango de los 560 a los 700 msnm, siendo la zona sur la de menor altitud, misma que se incrementa con dirección norte. Por su parte, el **AP** se encuentran en un área cuyo rango de altitud predominante se encuentra entre los 560 a los 600 msnm (**Figura III.12.**).

Figura III.12. Gradiente altitudinal en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Topoformas.

Un sistema de topoformas se define como un conjunto de formas de terreno asociadas entre sí según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo(s) y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación con la unidad jerárquica que las comprende.

Las clases de topoformas se describen con base en la elevación, aspecto, componente, origen, material de depósito, ubicación, asociación y fase.

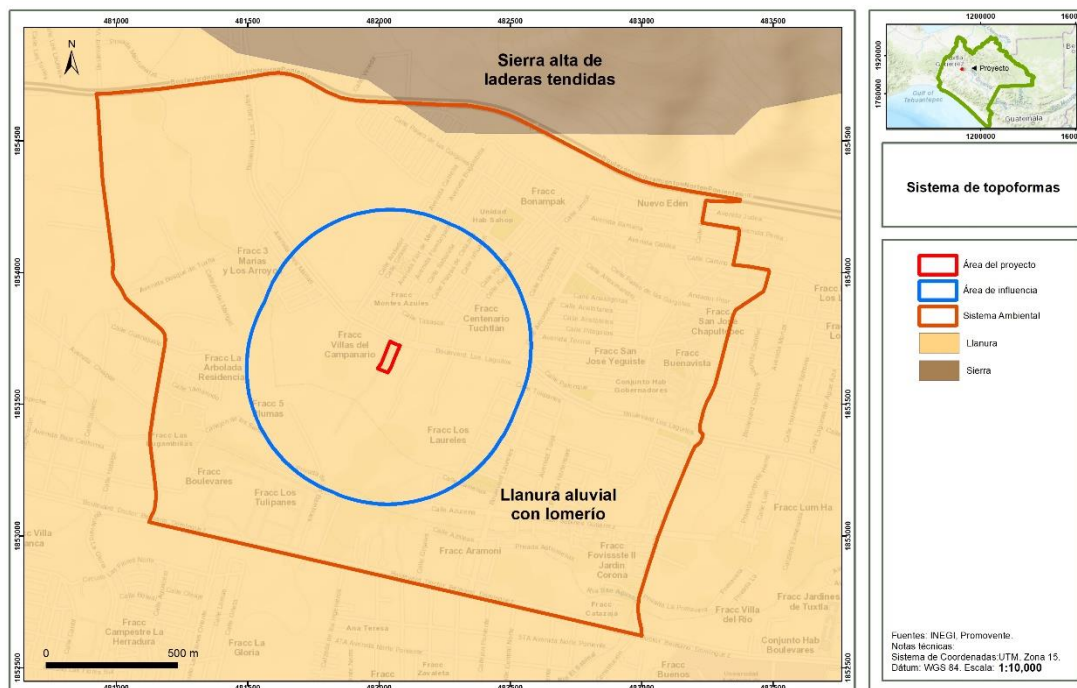
Con base en su origen geológico y las diferentes altimetrías que presenta el **SA**, **AP** y el **AI**, las topoformas que predominan son aquellas asociadas a llanuras, descritas como llanura aluvial con lomerío, al norte del **SA** de acuerdo con la cartografía de topoformas del **INEGI** también se observa una sección de sierra alta de laderas tendidas (**Figura III.15.**), estas topoformas presentan las siguientes características:

- **Llanura aluvial:** zona resultante de la sedimentación de un río. Las llanuras aluviales son amplias franjas de topografía llana y dimensiones que pueden ser de varios kilómetros, que se desarrollan sobre los aluviones depositados por cursos fluviales. Prácticamente siempre ocupan zonas que están o han estado relacionadas con episodios de subsidencia. En estas llanuras (también se las llama de inundación) el río corre por un canal y sólo las inunda esporádicamente, depositando de nuevo, al retirarse las aguas una nueva película de aluviones. Constituyen terrenos fértiles.
- **Sierra alta:** término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas

Como se observa en la siguiente figura, el **AI** y el **AP** se ubican sólo en el sistema de topoformas de llanura aluvial con lomeríos.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.13. Sistema de topoformas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Fallas y fracturas.

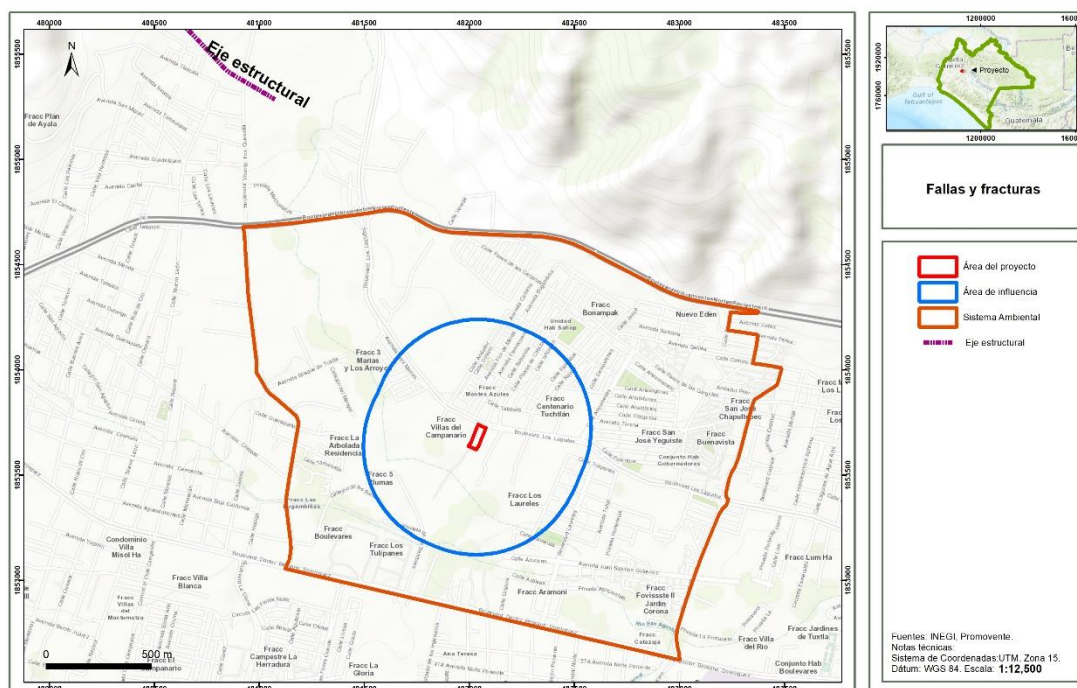
Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**, una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

De acuerdo con el **INEGI**, en el **SA**, **AI** y **AP** no se observa ningún tipo de fractura que pudiera comprometer el desarrollo del **Proyecto** (Figura III.14.).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.14. Fallas y fracturas cercanas al sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Susceptibilidad de la zona a derrumbes, flujos y movimientos.

La superficie terrestre tiene una dinámica constante e intrínseca, consecuencia de la interacción endógena y exógena que modifica sus formas y sus condiciones. La evolución de las laderas ha sido afectada por procesos de remoción en masa y es evidencia de dicha dinámica (Alcántara y Murillo, 2007).

Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

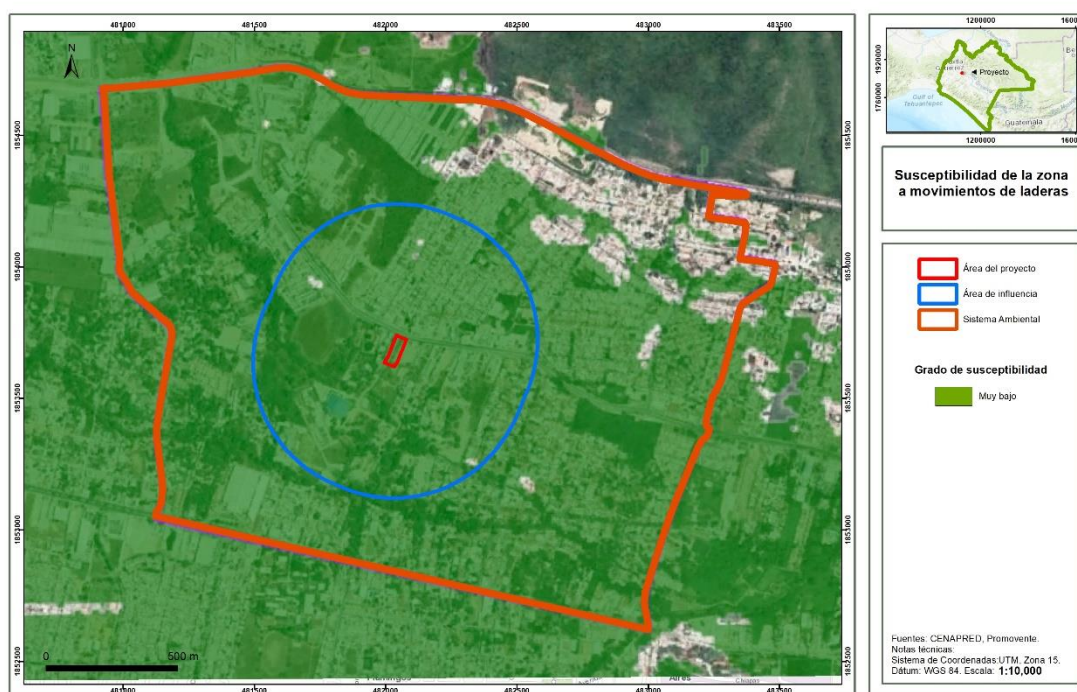
Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012) publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, la mayor parte del **SA**, así como la totalidad del **AP** y **AI** pertenecen a una región cuyo peligro por deslizamiento es muy bajo (**Figura III.15.**).

Figura III.15. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Regionalización sísmica.

La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

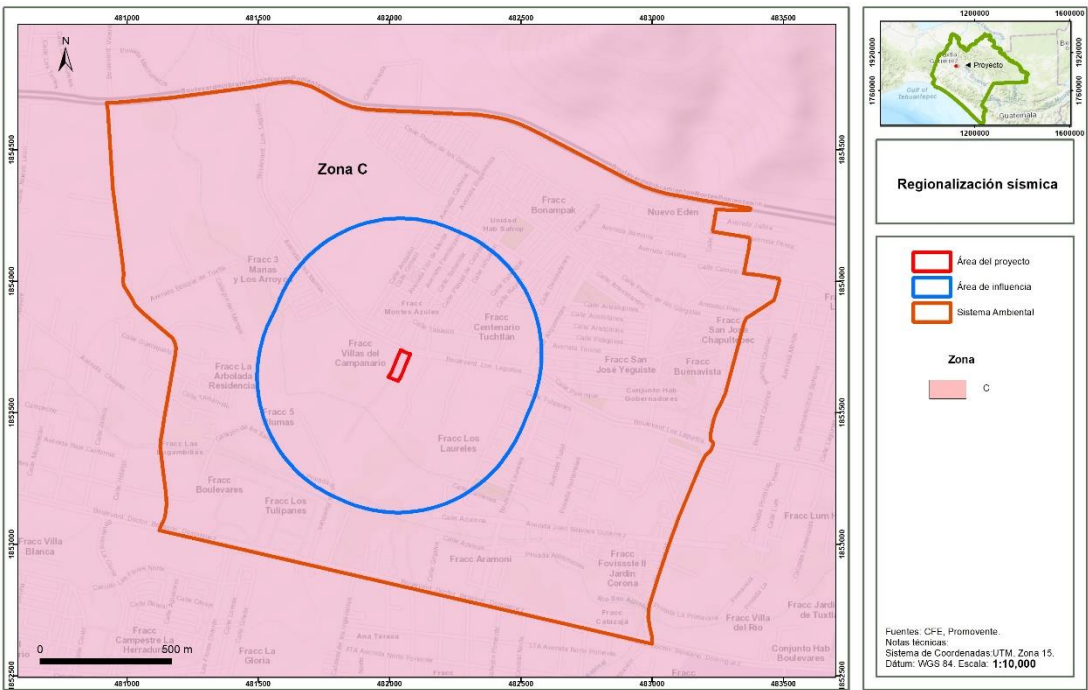
- Zona A, de baja sismicidad. No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- Zona B, de media intensidad. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- Zona D. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México, el **SA**, **AI** y **AP** se localizan dentro de la zona C, lo cual implica una alta intensidad sísmica, aunque las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70% (**Figura III.16**).

Figura III.16. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto en la Regionalización sísmica de México.



Intensidad sísmica.

La intensidad sísmica se refiere al grado de afectación que la ocurrencia de un sismo puede tener sobre la infraestructura y las actividades humanas. Se mide a través de la escala modificada de Mercalli (Servicio Sismológico Nacional, s.f.) que se explica en la **Tabla III.6**.

Tabla III.6. Escala de Mercalli.

Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.

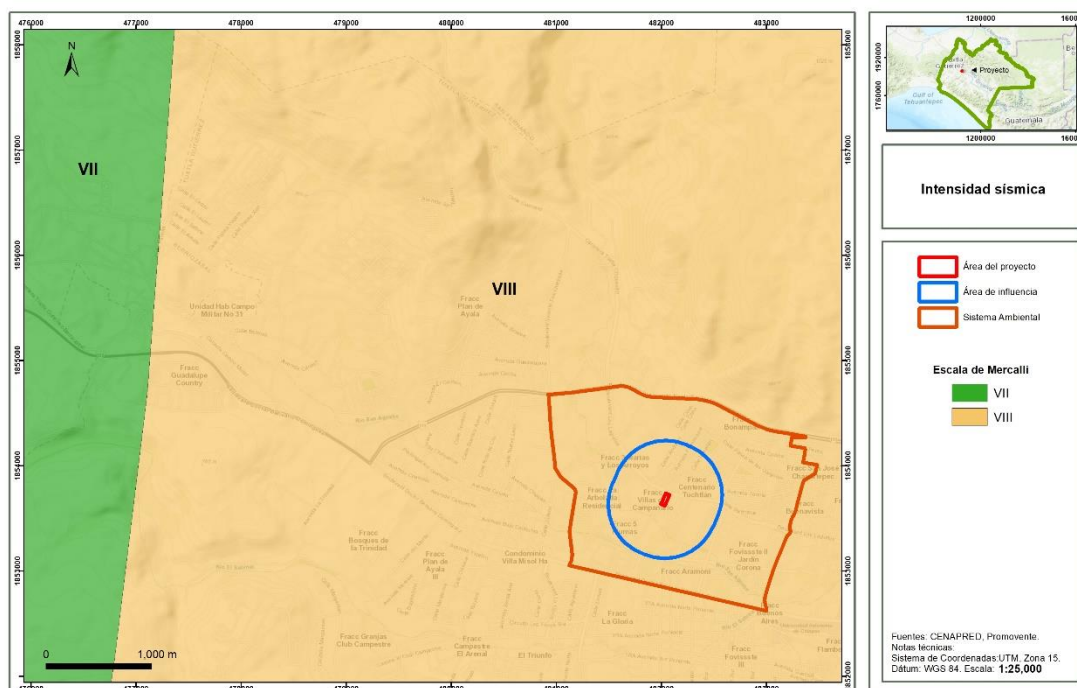
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Intensidad	Efectos
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno. De acuerdo con el mapa global de intensidad que representa la actividad sísmica en el país, la totalidad del **SA, AI y AP** se encuentran en una zona con intensidad sísmica de categoría VIII (**Figura III.17.**). En esta zona los efectos frecuentes tienen que ver con daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre, los muros de relleno se separan de la estructura, caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes, muebles pesados volcados, expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades, cambios en pozos de agua, y se percibe cierta dificultad para conducir automóviles.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.17. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto, con respecto a la intensidad sísmica de México (escala de Mercalli).



Suelos.

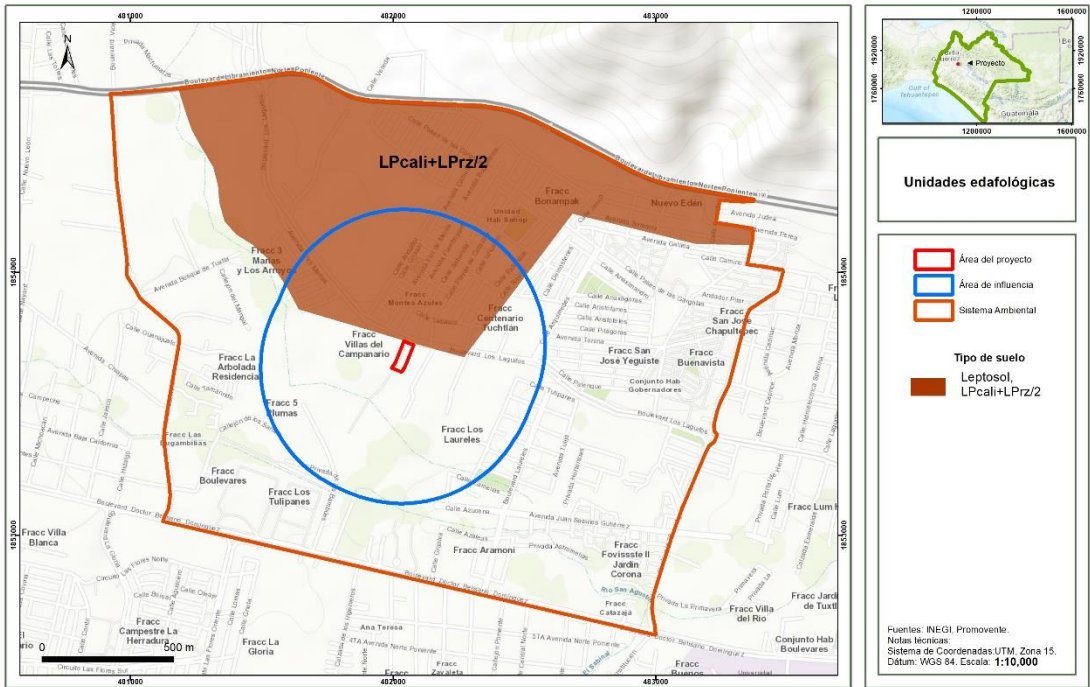
La edafología (de edafos, “suelos”) es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases, sobre todo dióxido de carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, el suelo alcanza su estado de madurez cuando presenta una profundidad y una secuencia de capas llamadas horizontes.

Tipos de suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, sin embargo, para el presente **Proyecto** se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000, a partir de la cual se obtuvo que, en la porción norte del **SA** y **AI** hay suelos de tipo leptosol de textura media; mientras que, en la zona sur así como en la totalidad del **AP** esta cartografía no reconoce unidades de suelo por encontrarse en un área urbana en donde este recurso se encuentra mayormente sellado.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.18. Unidades edafológicas presentes en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto (carta edafológica escala 1:250,000).



En la **Tabla III.7.** se presenta la superficie que ocupa este tipo de suelo en el **SA, AI y AP**, de acuerdo con la cartografía escala 1:250,000.

Tabla III.7. Superficie por tipo de suelo en el SA, AI y AP.

Tipo de suelo	SA		AI		AP	
	m ²	ha	m ²	ha	m ²	ha
LPcali+LPprz/2	1,207,181.08	120.72	338,126.80	33.81	0.00	0.00
Áreas sin suelo	2,625,325.63	262.53	605,045.35	60.50	4,500.00	0.45
Superficie total	3,832,506.70	383.25	943,172.15	94.32	4,500.00	0.45

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

Con el objetivo de conocer el tipo de suelo que se distribuye en las áreas en las que no se reconocen unidades de suelo, se consultó la cartografía edafológica escala 1:1,000,000 del **INEGI**, la cual señala la presencia de suelos de tipo litosol en el **AI** y la totalidad del área del **Proyecto** (denominación con la que también son conocidos los leptosoles), mientras que en el resto del **SA** señala la presencia de rendzinas, grupo al cual pertenecen también los leptosoles, así como suelos de tipo vertisol. En las siguientes figuras se presenta la ubicación del **SA**, **AI** y **AP** con respecto a la distribución de estos tipos de suelo, y posteriormente se presenta la superficie que ocupan.

Figura III.19. Unidades edafológicas presentes en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto (carta edafológica escala 1:1,000,000).

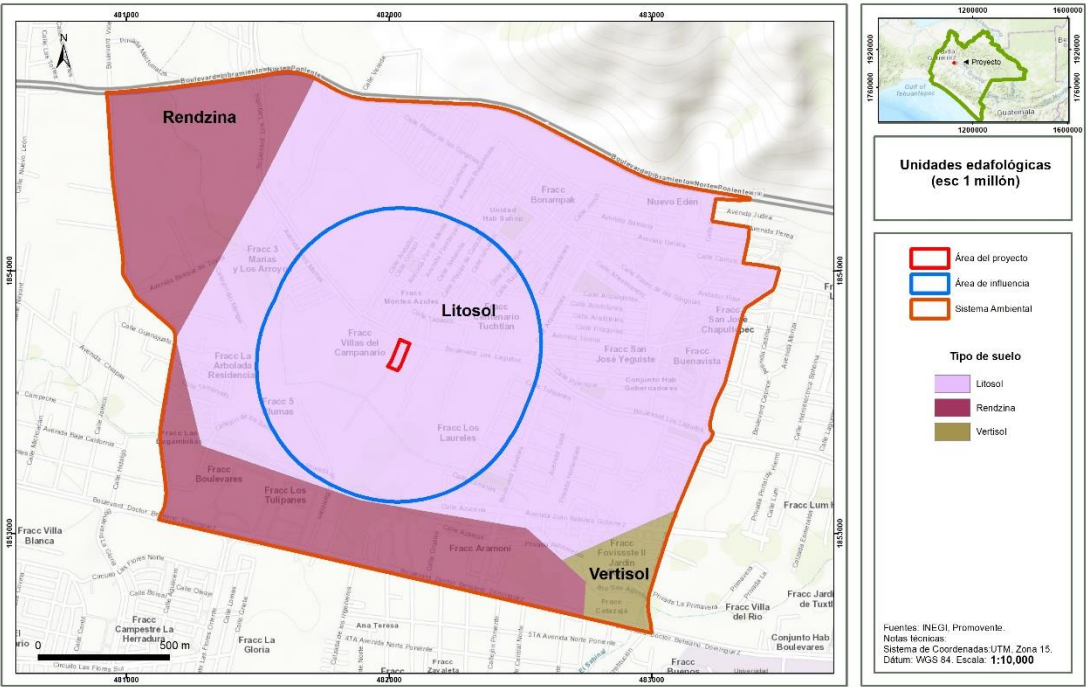


Tabla III.8. Superficie por tipo de suelo en el SA, AI y AP (escala 1: 1 000 000).

Clave	Descripción	SA		AI		AP	
		Sup. (m²)	Sup. (ha)	Sup. (m²)	Sup. (ha)	Sup. (m²)	Sup. (ha)
I+E+Lc/3	Litosol	2,804,715.12	280.47	943,172.15	94.32	4,500.00	0.45
E+Vp/3/PC	Rendzina	925,478.64	92.55	0.00	0.00	0.00	0.00
Vp+Hh/3/P	Vertisol	102,312.95	10.23	0.00	0.00	0.00	0.00
Total		3,832,506.70	383.25	943,172.15	94.32	4,500.00	0.45

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de este tipo de suelo encontrado en el **SA, AI y AP**. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Food and Agriculture Organization (**FAO**) (IUSS,2007).

Los leptosoles o litosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. El material parental que lo conforma consta de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina. Se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Los Leptosoles incluyen a los litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); en muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

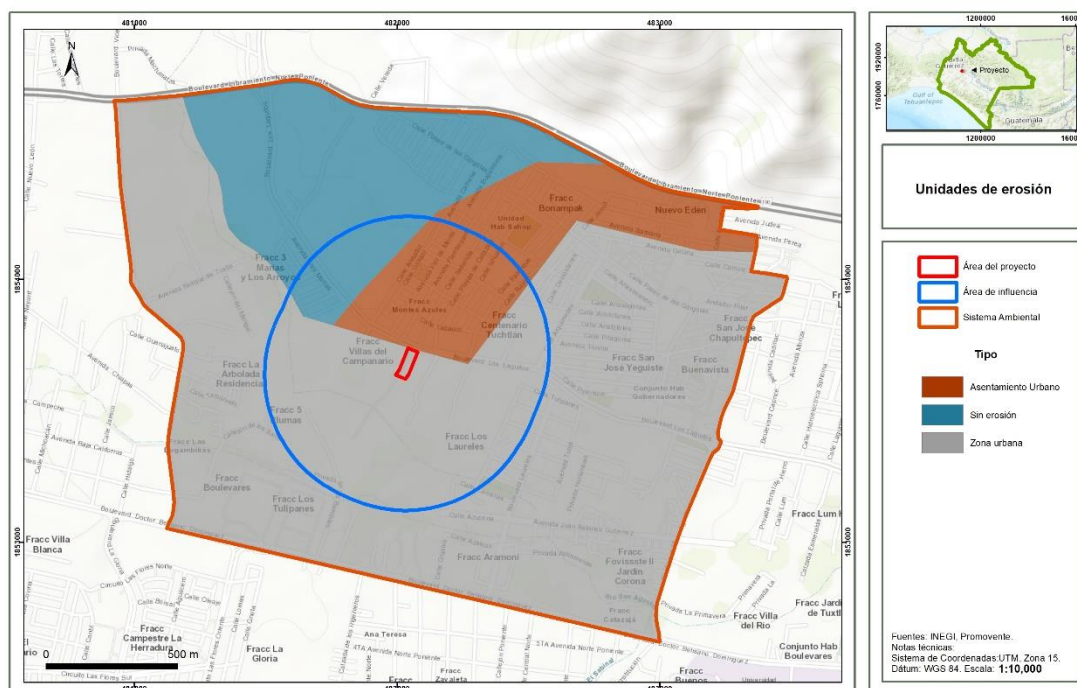
Los suelos de tipo vertisol son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. Su material parental son sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas.

Erosión

De acuerdo con la cartografía de erosión, escala 1:250,000 del **INEGI**, en el suelo presente en el **SA, AI y AP** no se identifican áreas con presencia de erosión, ya sea porque efectivamente no hay erosión o porque se trata de zonas urbanas y asentamientos humanos en donde el proceso erosivo se ha perdido al encontrarse mayormente sellado (**Figura III.20.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.20. Grados de erosión presente en el sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.



Hidrología superficial.

Según el **INEGI** una región hidrográfica es un área delimitada por una divisoria que agrupa por lo menos dos cuencas hidrográficas, cuyas aguas fluyen a un cauce principal. La cobertura nacional asciende a 37 divisiones las cuales se denotan por el prefijo "**RH**" y los números del "01" al "37" (por ejemplo, "**RH26**").

Una cuenca hidrográfica es una superficie delimitada por una divisoria cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal o cuerpo de agua; constituye una subdivisión de la región hidrográfica; mientras que, la subcuenca hidrográfica es una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión.

El **SA**, **AP** y **AI** se localizan en la región hidrológica RH30 Grijalva – Usumacinta, cuenca Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez, subcuenca La Chacona; a su vez el **SA** y **AI** se ubican en las microcuencas El Sabino, San Fernando y Tuxtla Gutiérrez, mientras que el **AP** se ubica sólo en esta última (**Figura III.21.** y **Figura**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.21. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a la región hidrológica, cuenca y subcuenca.

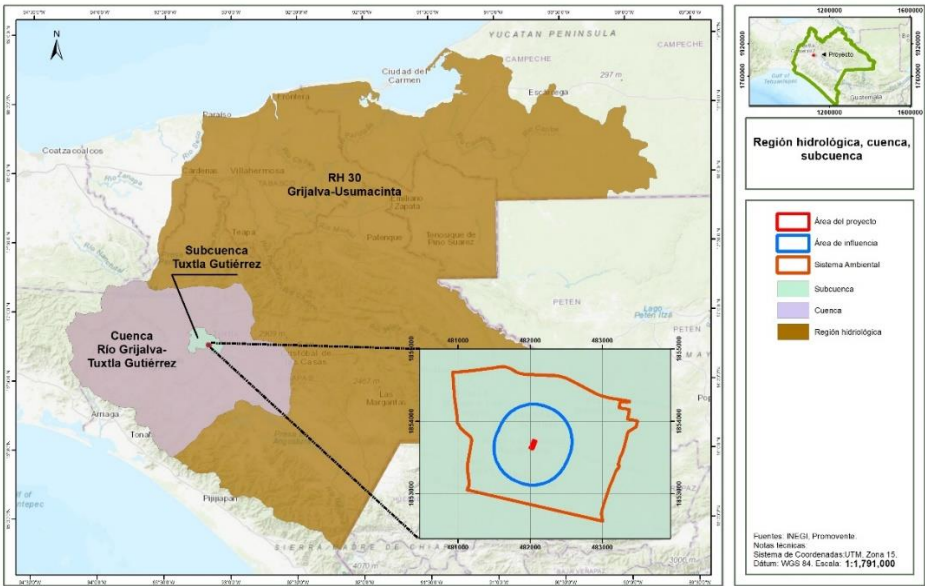
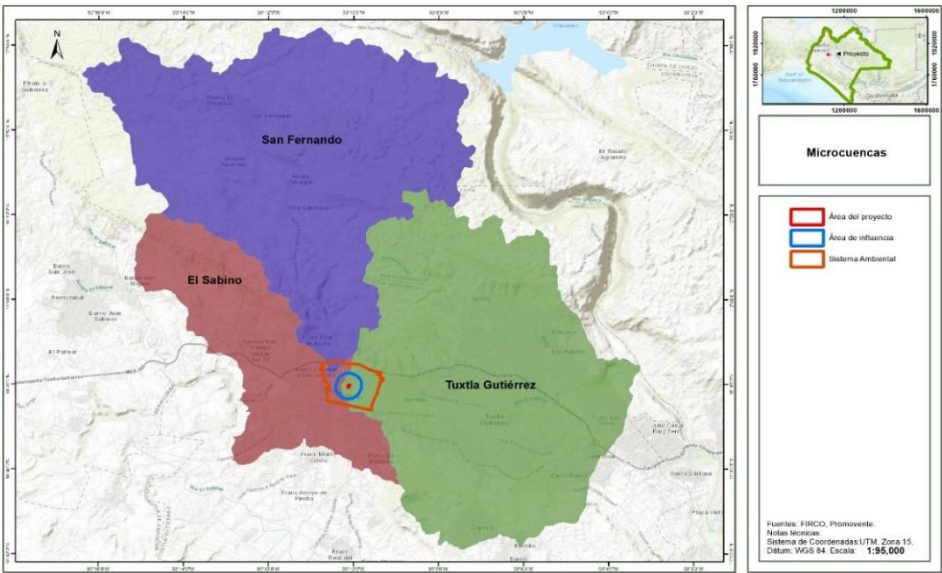


Figura III.22. Ubicación del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto con respecto a las microcuencas.



	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

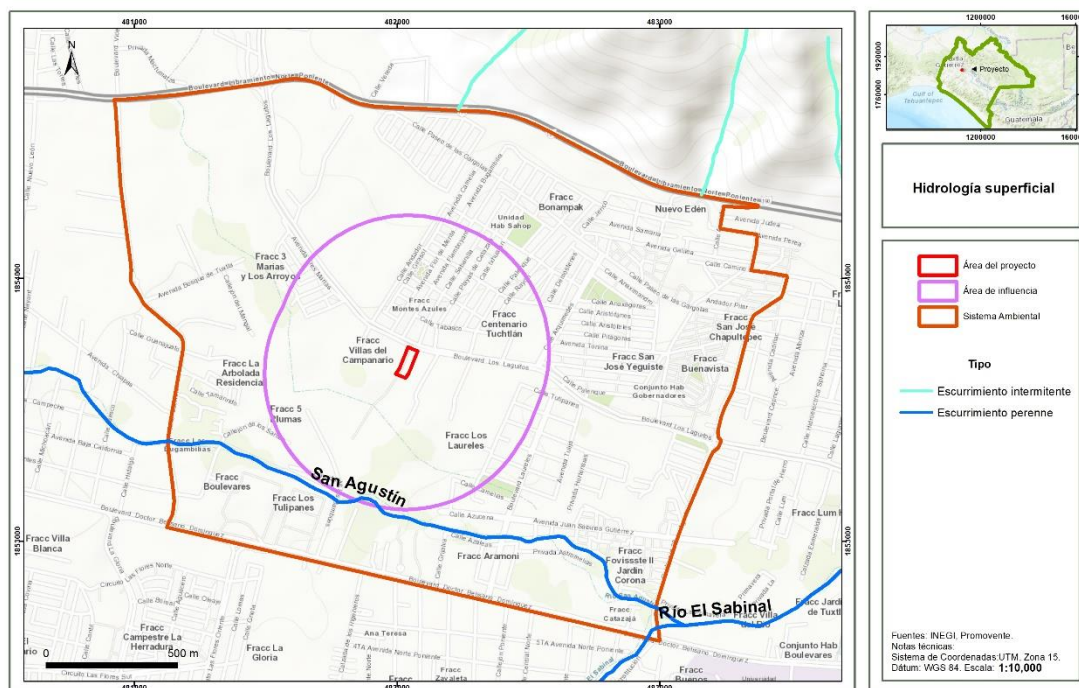
La Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, pertenece a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en nuestro país, dicha región alberga dos Cuencas Binacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y la República de Guatemala, las denominadas del Río Grijalva y Río Usumacinta.

La cuenca Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez, la cual cubre una superficie aproximada del 22.3% del territorio total del estado de Chiapas. Destacando en esta, la presencia de los ríos Ningunillo, Santo Domingo, Santa Catarina, La Venta y principalmente parte del Río Grijalva, a partir de la presa La Angostura.

Con el objetivo de saber la interacción del **SA**, **AI** y **AP** con la hidrografía del área, se realizó un compendio de datos de escurrimientos y cuerpos de agua de las cartas topográficas 1: 50,000 del **INEGI**, así como el análisis de datos registrados por el Simulador De Flujos De Agua De Cuencas Hidrográficas (**SIATL**), complementándose con observaciones realizadas en el área del **SA**, **AI** y **AP**.

De acuerdo con esta revisión, dentro del **SA**, sólo se registran 2 escurrimientos de agua perennes, uno de estos denominado “San Agustín”, el cual corre en dirección de noroeste a sureste para desembocar en la corriente denominada “Río El Sabinal”, la cual se encuentra al sureste del SA; mientras que el **AI** apenas toca la corriente “San Agustín” en la zona sur; finalmente en el **AP** no hay presencia de escurrimiento o cuerpos de agua, situación que fue confirmada mediante la visita realizada al sitio (**Figura III.23**).

Figura III.23. Hidrología superficial del sistema ambiental, área de influencia y área del Proyecto.

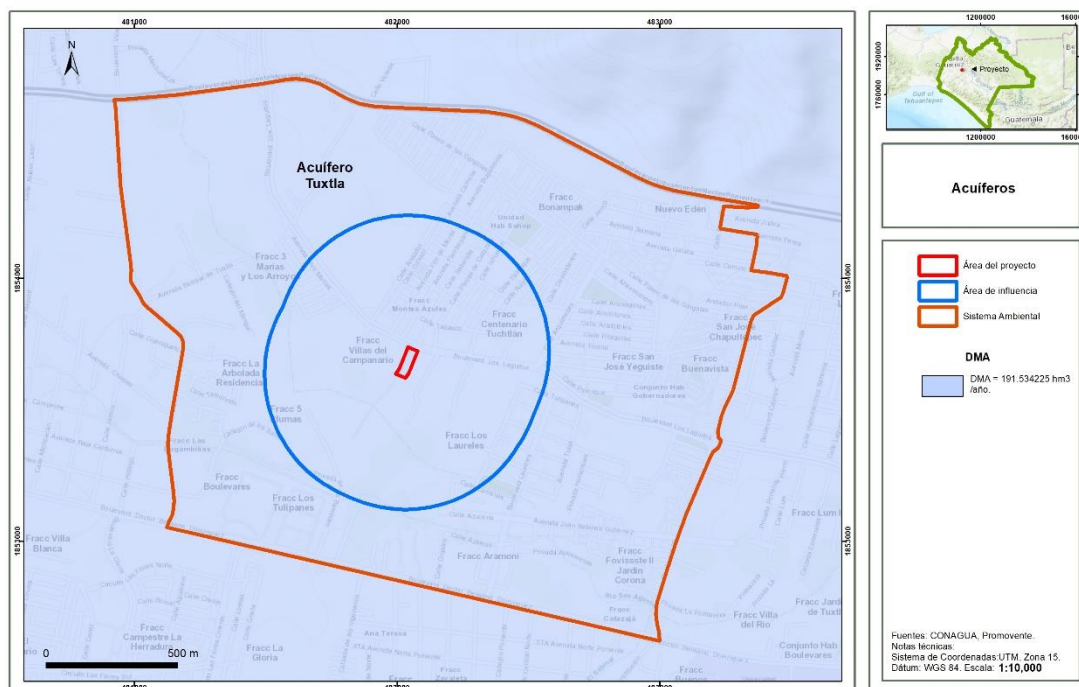


Hidrología subterránea.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Según el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (**SIGMAS**) de la **CONAGUA**, el **SA**, **AI** y **AP** se ubican en el acuífero denominado Tuxtla (**Figura III.24.**).

Figura III.24. Ubicación del SA, AI y AP en el Acuífero Tuxtla.



El acuífero Tuxtla, definido con la clave 0703 en el **SIGMAS** de la **CONAGUA**, se localiza en la parte centro oriental del estado de Chiapas, y cubre una superficie aproximada de 5,104 km². Limita al norte con los acuíferos Reforma y La Sierra, al este con los acuíferos La Sierra y San Cristóbal Las Casas, al sur con los acuíferos La Trinitaria y Fraylesca y al occidente con el acuífero Ocozocoautla. Administrativamente los acuíferos del estado de Chiapas se encuentran dentro de la región hidrológico-administrativa número XI, Frontera Sur, por lo que el acuífero Tuxtla pertenece a esta misma. Se encuentra en vigor en la zona el decreto de veda tipo I “Río Grijalva”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 1957, la cual cubre totalmente el acuífero Tuxtla. No se tiene conocimiento de organizaciones de usuarios de agua subterránea, ni de distritos o unidades de riego, probablemente debido a la abundancia de agua subterránea.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4.

La extracción de agua subterránea en el acuífero Tuxtla es de 3.1 Mm³ al año, con la siguiente distribución: 1.68 Mm³/año para uso público urbano, 1.21 Mm³/año son utilizados en la agricultura, mientras que la industria utiliza solamente 0.27 Mm³ anuales.

El Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

administrativas que se indican, publicado en el DOF con fecha 17 de septiembre de 2020, indica que el acuífero Tuxtla presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 191.53 hm³ (Tabla III.9).

Tabla III.9. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero sobre el que se ubican el SA, AI y AP.

Acuífero	Disponibilidad media anual (hm ³ /año)	Recarga total media anual (R) (hm ³ /año)	Descarga natural comprometida (DNC) (hm ³ /año)	Volumen de extracción de áreas subterráneas (VEAS) (hm ³ anuales)	Déficit (hm ³ anuales)
0703 Tuxtla	191.53	240.6	0.00	49.07	0.00

III.2 Medio biótico.

Flora

La vegetación en el **SA, AI y AP** se ha transformadas respecto a su composición florística original, derivado del uso de suelo de asentamientos humanos predominante en la totalidad del área de estudio. No obstante, como resultado de los recorridos realizados en campo, se corroboró la presencia de fragmentos de vegetación.

La vegetación presente en el área del **Proyecto** cubre una superficie 1075 m² dentro del predio, misma que no conforma masas forestales, se trata de vegetación aislada predominantemente herbácea y arbustiva, en donde se contabilizaron 26 ejemplares arbóreos con alturas entre 1.8 y 5 m.

De acuerdo con el muestreo realizado, se registraron 37 taxa repartidos en 14 órdenes, 20 familias y 37 géneros de las cuales 23 se registraron en el **SA**, 16 en el **AI** y 13 en el **AP**.

No se observó ninguna especie bajo algún estatus de acuerdo con la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 14 de noviembre del 2019.

De acuerdo con el índice de valor de importancia, se obtuvo que las especies dominantes son *Delonix regia*, *Attalea butyracea* y *Heteropogon contortus* en el SA; *Mangifera indica*, *Agave sisalana*, *Heteropogon contortus* e *Hyparrhenia hirta* en el AI; así como *Acacia pennatulay* *Heteropogon contortus* en el AP; la mayoría de estas son de amplia distribución en México. Cabe mencionar que *Delonix regia* y *Mangifera indica* son de distribución exótica en México y posee amplia distribución en el territorio nacional.

Los valores de Shannon obtenidos muestran que la diversidad es media sólo en el estrato arbóreo del SA, al presentar un valor de Shannon de 2.5127 y una riqueza de 16 especies, mientras que, en el AI y el AP muestra una baja diversidad con valores inferiores a 2.

De la revisión bibliográfica realizada, se encontró el registro para la zona de 20 órdenes, 31 familias, 48 géneros y 55 especies, de las cuales las familias mejor representadas son fabaceae con 7 especies y asteraceae con 5 especies, cabe señalar que a esta última pertenecen generalmente especies herbáceas temporales, con aparición durante la temporada de lluvias. No identificaron especies presentes en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se localizaron 3 especies endémica a México

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOR POR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

(*Erythrina goldmanii*, *Lonchocarpus castilloi* y *Euphorbia calcarata*), así como 9 especies exóticas, de las cuales 3 son además invasoras.

Toda esta información se puede encontrar de manera detallada en la Manifestación de Impacto Ambiental presentada ante esta dependencia.

Fauna

De acuerdo con los recorridos realizados en áreas verdes públicas del SA y AI, así como la búsqueda activa en el área del Proyecto, se obtuvo el registro de 84 ejemplares de 10 especies, de este total, 48 registros con 9 especies corresponden al **SA**, 29 registros con 7 especies corresponden al **AI** y 7 registros con 2 especies corresponden al área del **Proyecto**.

No se registraron especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su última modificación, mientras que en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**IUCN**) todas se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC).

Los índices de diversidad obtenidos muestran que en general la diversidad es baja en todas las áreas, al presentar valores de Shannon menores a 2, lo anterior puede deberse al alto grado de perturbación de la zona, al encontrarse en un ámbito urbano, en donde las especies que pueden tolerar estas condiciones son comúnmente especies generalistas.

De acuerdo con el listado de especies con distribución potencial en la región, se obtuvo que el registro de 11 órdenes, 28 familias, 34 géneros y 37 especies, de las cuales el grupo de las aves domina con el 62 % del total de especies registradas, de las cuales se localizó una especie presente en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (*Crotalus durissus durissus*), así como 5 especies en el Apéndice II del CITES (*Rupornis magnirostris*, *Archilochus colubris*, *Falco columbarius*, *Falco sparverius* y *Ortalis vetula*). Respecto a su distribución se observa que una es endémica a México (*Exerodonta sumichrasti*), una es subendémica (*Cardellina rubrifrons*) y 3 son exóticas e invasoras (*Columba livia*, *Passer domesticus* y *Hemidactylus frenatus*).

Toda esta información se puede encontrar de manera detallada en la Manifestación de Impacto Ambiental presentada ante esta dependencia.

Medio socioeconómico.

En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico de la zona en donde se ubican el **SA**, **AI** y **AP**. Para ello, se consideraron las principales actividades económicas que se desarrollan en los municipios en donde se encuentran los polígonos de estudio, considerando el comportamiento de los diferentes sectores económicos presentes, cuya dinámica es el fundamento de la economía del área.

De manera breve se realizó lo siguiente:

1. Contexto regional. Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020)², se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto**, con base en el grado de marginación.
2. Contexto municipal. Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, educación, salud, población económicamente activa e inactiva, entre otros) del municipio de Tuxtla Gutiérrez, en el cual se ubican el **AP**, **AI** y el

² Índices de marginación 2020. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

SA, indicadores que reflejan la calidad de vida de la población presente en estas áreas, con base en el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI**.

Contexto regional.

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. **CONAPO** identifica cuatro dimensiones de expresión de este fenómeno: educación, vivienda, ingresos monetarios y afectación por la ubicación espacial. Posteriormente, propuso una medida resumen, denominada Índice de Marginación, cuyos resultados ayudan a priorizar las acciones para transformar el nivel y condiciones de vida de la población. Este índice se estima a partir de los censos de población y vivienda del **INEGI**.

En este sentido, de acuerdo con la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que la entidad de Chiapas presenta un índice de marginación de 11.999, el cual se considera como un grado de marginación muy alto, ocupando el segundo lugar en el contexto nacional sólo arriba de Guerrero, en contraste, a nivel municipal, Tuxtla Gutiérrez presenta un índice de marginación de 58.35 lo que se traduce en un grado de marginación muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.

Así mismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en el **SA**, en el siguiente apartado se presenta el contexto municipal, en donde se describe el medio socioeconómico para el municipio de Tuxtla Gutiérrez, sobre el cual se ubica el **AP**, **AI** y el **SA**, de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI**.

Contexto municipal.

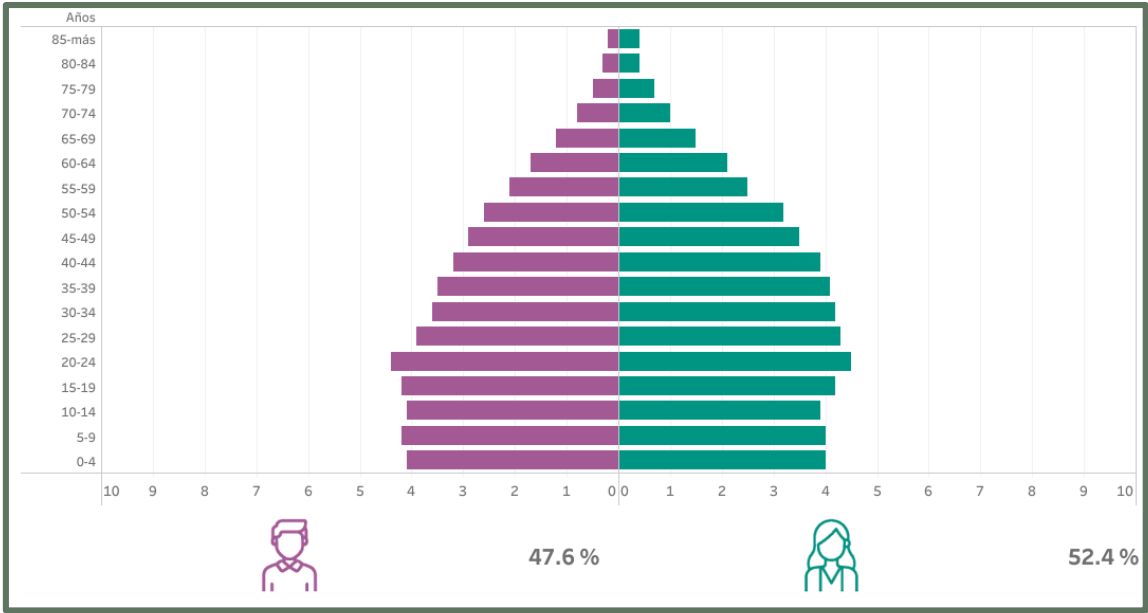
El municipio de Tuxtla Gutiérrez, localizado al oeste de la ciudad, tiene una superficie de 334.9 km², que representa el 0.5 % del territorio estatal y tiene una densidad poblacional de 1,804.1 hab/km². Cuenta con 126 localidades, de las cuales, las que presentan una mayor población son las siguientes: Tuxtla Gutiérrez (578,830 habitantes), Copoya (9,868 habitantes) y El Jobo (5,798 habitantes).

Demografía.

La población total en el municipio de Tuxtla Gutiérrez es de 604,147 habitantes, lo que representa el 10.9 % de la población estatal. En dicho municipio la relación entre hombre y mujeres es de 90.8, es decir, existen 90 hombres por cada 100 mujeres. La edad mediana es de 30 años o menos y existe una razón de dependencia de 45.5, es decir, existen 45 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva. En la **Figura III.27** se presenta la pirámide poblacional del municipio de Tuxtla Gutiérrez.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.25. Pirámide poblacional del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Vivienda.

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez hay 166,151 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 12.3 % del total estatal. En promedio hay 3.6 ocupantes por vivienda: 1 ocupante por cuarto y 2.3 % de las viviendas tienen piso de tierra.

Con respecto a la disponibilidad de servicios y equipamiento, 86 % de las viviendas cuentan con agua entubada; 99.4 %, con drenaje; 99.3 % con servicio sanitario; 99.4 % con energía eléctrica; 89.5 % con tinaco y 62.6% con cisterna o aljibe (**Figura III.28.**).

En cuanto a la disponibilidad de bienes, el 92.6 % de las viviendas cuentan con refrigerador; 72.9 % con lavadora; 40.8 % con automóvil o camioneta; 5.5 % con motocicleta o motoneta y 6.9 % con bicicleta (**Figura III.29.**).

Finalmente, con respecto a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), 44.5 % de las viviendas cuentan con computadora; 32 % con línea telefónica fija; 93.8 % con teléfono celular; 58.8 % con internet y 38.8 % con televisión de paga (**Figura III.30.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Figura III.26. Disponibilidad de servicios y equipamiento en el municipio de Tuxtla Gutiérrez.

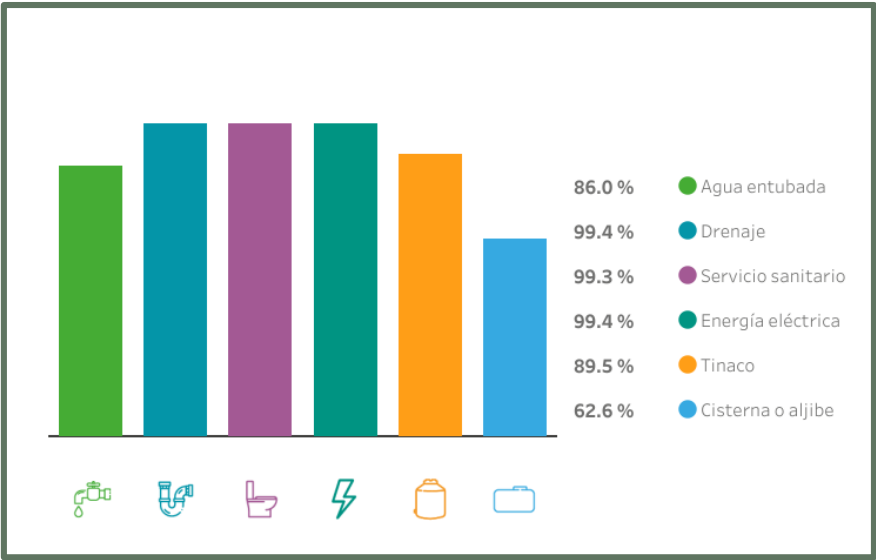
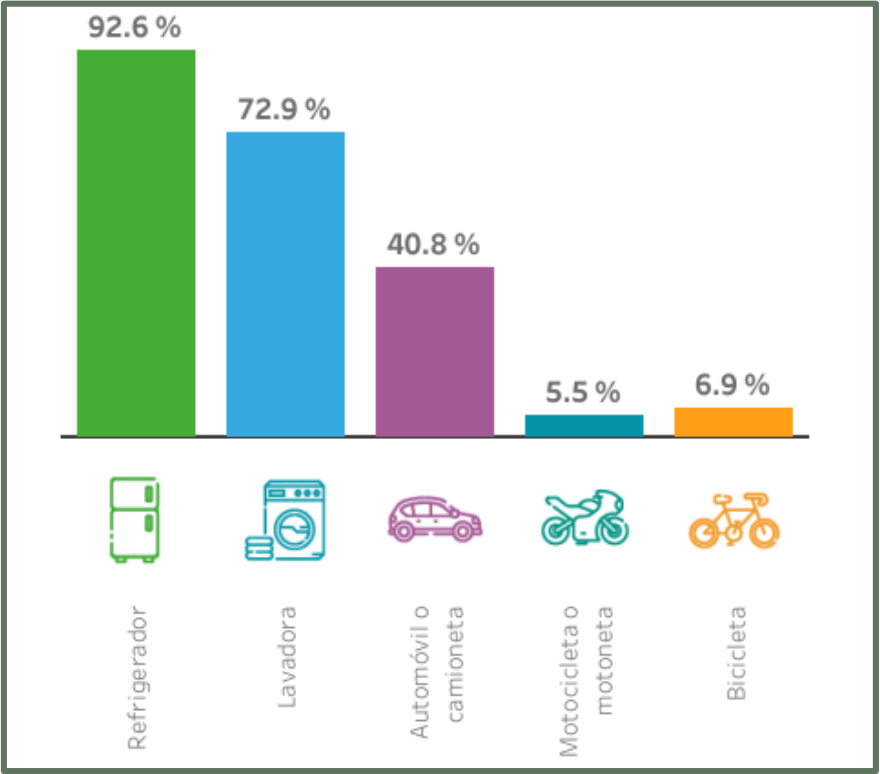
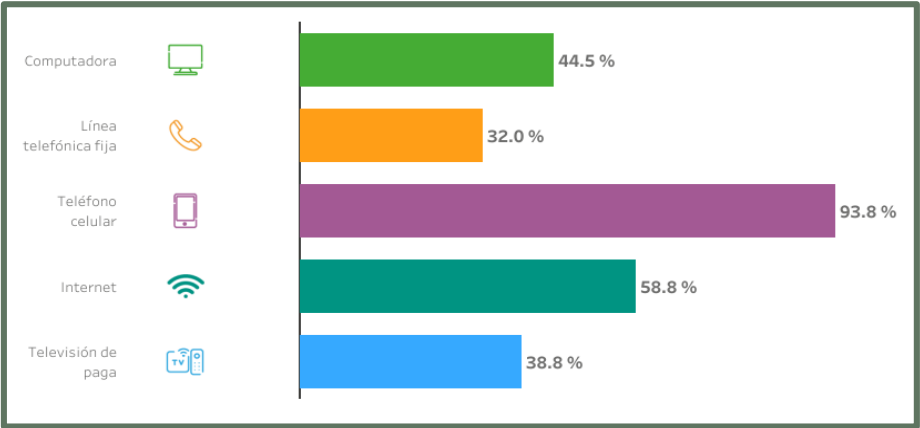


Figura III.27. Disponibilidad de bienes en el municipio de Tuxtla Gutiérrez.



	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Figura III.28. Disponibilidad de tecnologías de información y comunicación en el municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Etnicidad.

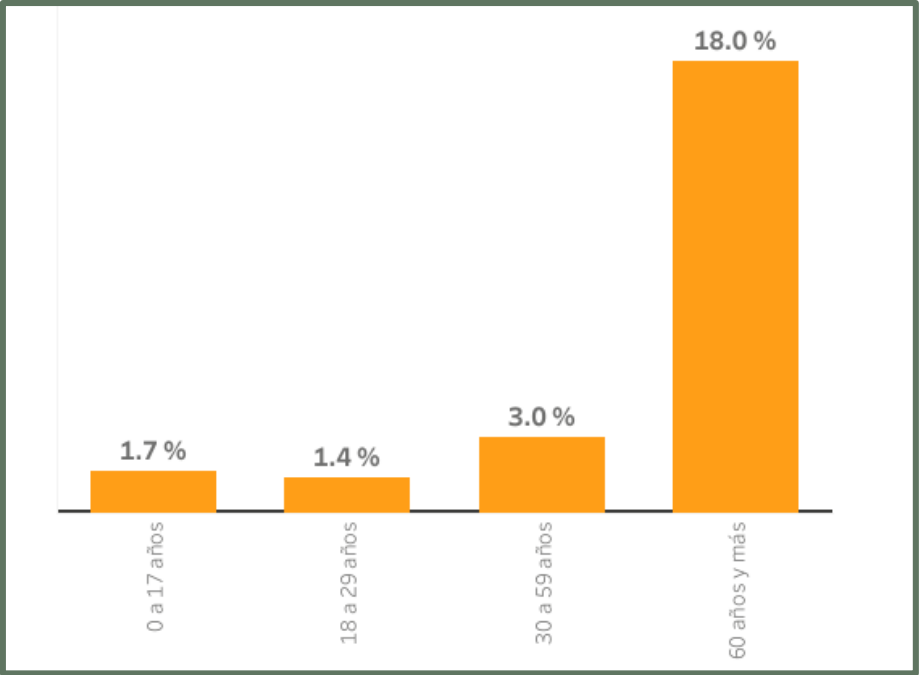
En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, sólo el 2.26 % de la población habla alguna lengua indígena (población de 3 años y más). Asimismo, el 1.73 % de los hablantes de lengua indígena no habla español. Las lenguas más frecuentes son el tseltal (40.6 %) y tsotsil (38.3 %). Finalmente, el 1.56 % de la población del municipio se considera afromexicana negra o afrodescendiente.

Discapacidad.

El 3.9 % de la población del municipio de Tuxtla Gutiérrez cuenta con alguna discapacidad. De este porcentaje, el 18 % tiene 60 años y más; 3 % tiene entre 30 a 59 años; 1.4 % tiene entre 18 a 29 años y 1.7 % tiene entre 0 a 17 años (**Figura III.29.**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

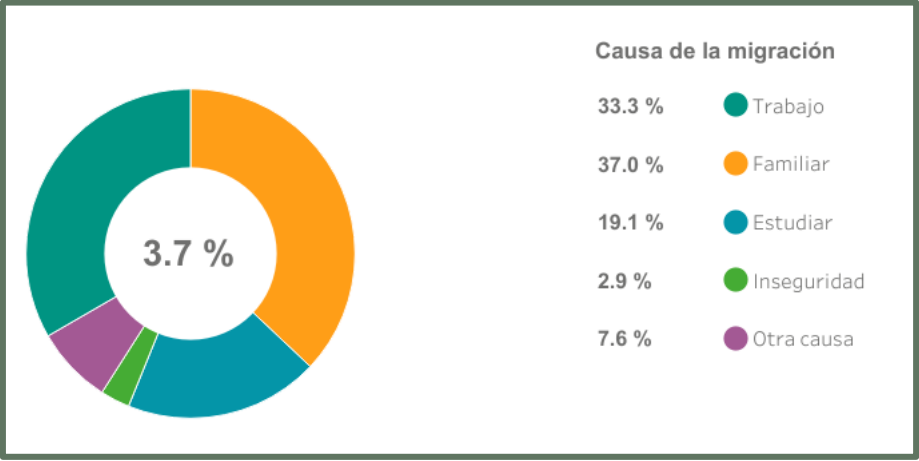
Figura III.29. Población con alguna discapacidad en el municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Migración.

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, el 3.7 % es población con un lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual (población de 5 años y más). Las causas más comunes de la migración son: 33.3 % trabajo; 37 % familiar; 19.1 % estudios; 2.9 % inseguridad y 7.6 % otra causa (**Figura III.30.**).

Figura III.30. Causas de la migración en el municipio de Tuxtla Gutiérrez.



	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Fecundidad y mortalidad.

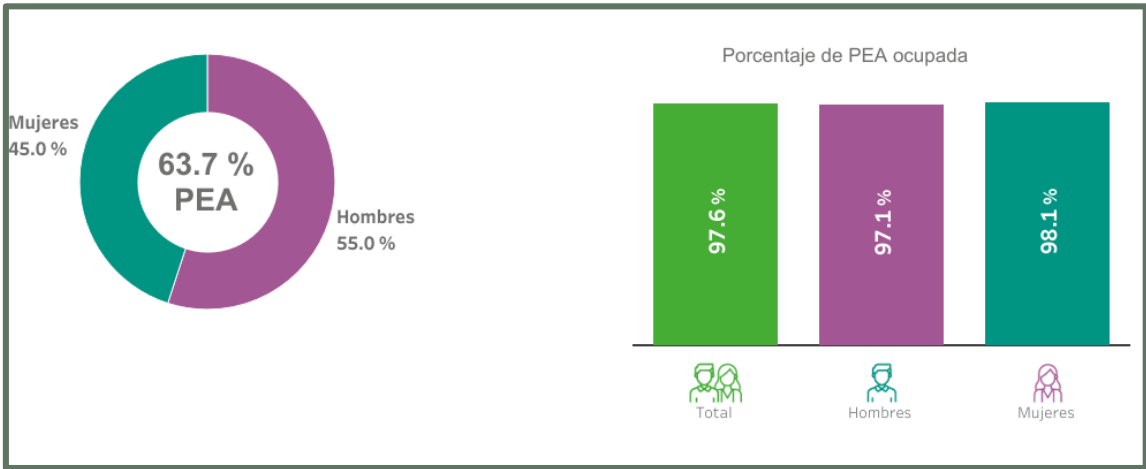
El promedio de hijos nacidos vivos en el municipio de Tuxtla Gutiérrez es 1.3, mientras que el 3% es el porcentaje de hijos fallecidos.

Características económicas.

Un elemento que permite calificar a la población es su inserción dentro de la economía. De acuerdo con el **INEGI** (2020) la población económicamente activa (**PEA**) se refiere a las personas de 12 años y más que realizan algún tipo de actividad (población ocupada) o que buscan incorporarse algún tipo de empleo (población desocupada) mientras que en la población no económicamente activa (**PNEA**) quedan comprendidos todos aquellos individuos que dedican su tiempo a actividades como estudiar o quehaceres del hogar, pero sin realizar actividad alguna conducente a generar bienes o servicios para el estado (**INEGI**, 2002)

De esta manera en la **Figura III.31.** se proporciona información de la población económicamente activa del municipio de Tuxtla Gutiérrez. A partir de ello, se aprecia que del total de la población que está en edad de trabajar, el 63.7 % se encuentra activa (de este porcentaje, 55 % son hombres y 45 % mujeres). En cuanto a la **PEA** ocupada, existe un 97.6 % del total (97.1 % son hombres y 98.1 % son mujeres).

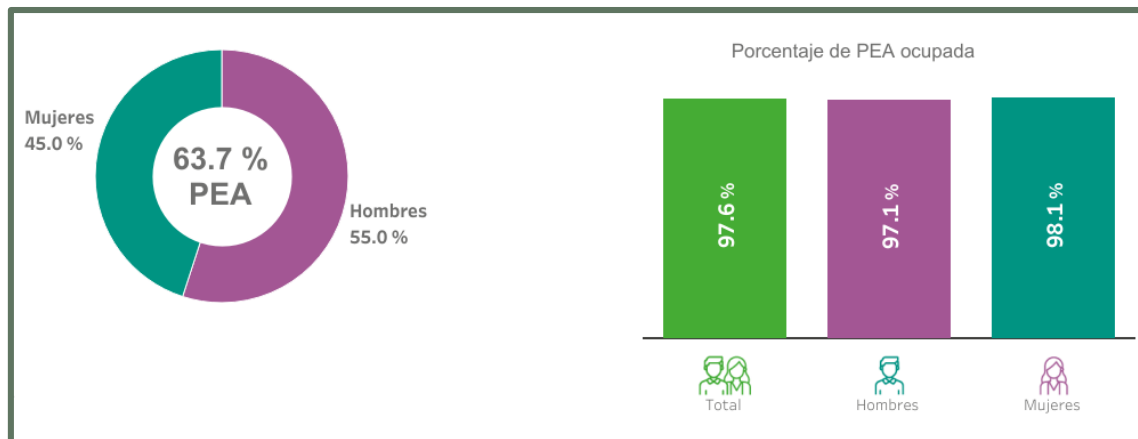
Figura III.31. Población económicamente activa dentro del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



En cuanto a la población no económicamente activa (**PNEA**), en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, 36.1% de la población es no económicamente inactiva. De este porcentaje, el 42.2 % son estudiantes, 38.9 % personas dedicadas a quehaceres del hogar, 8.9 % pensionados o jubilados, 3.5 % personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar y 6.5 % personas en otras actividades no económicas (**Figura III.32**).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

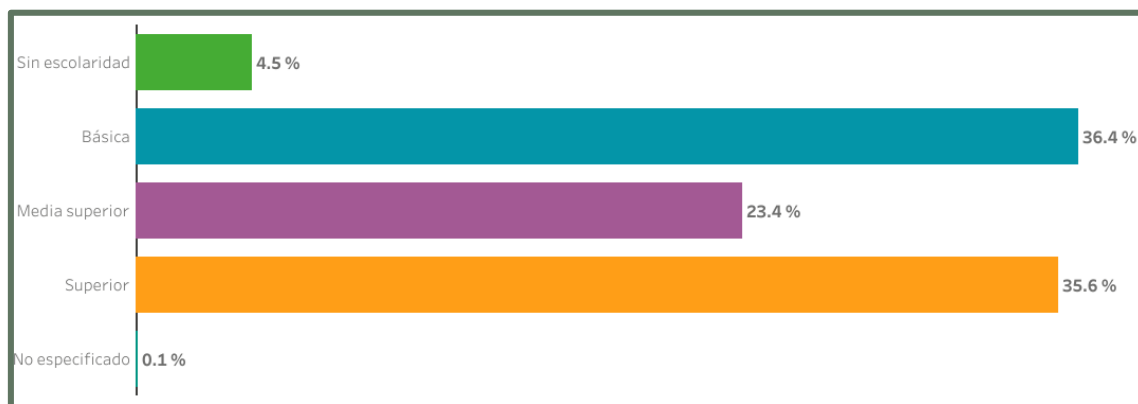
Figura III.32. Población no económicamente activa dentro del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Escolaridad.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (2020), en el municipio de Tuxtla Gutiérrez el 4.5 % de la población de 15 años y más no tiene ningún grado es escolaridad; 36.4 % tiene un nivel básico; 23.4 % nivel medio superior; 35.6 % nivel superior y 0.1 % un nivel no especificado (**Figura III.33**).

Figura III.35. Nivel de escolaridad del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



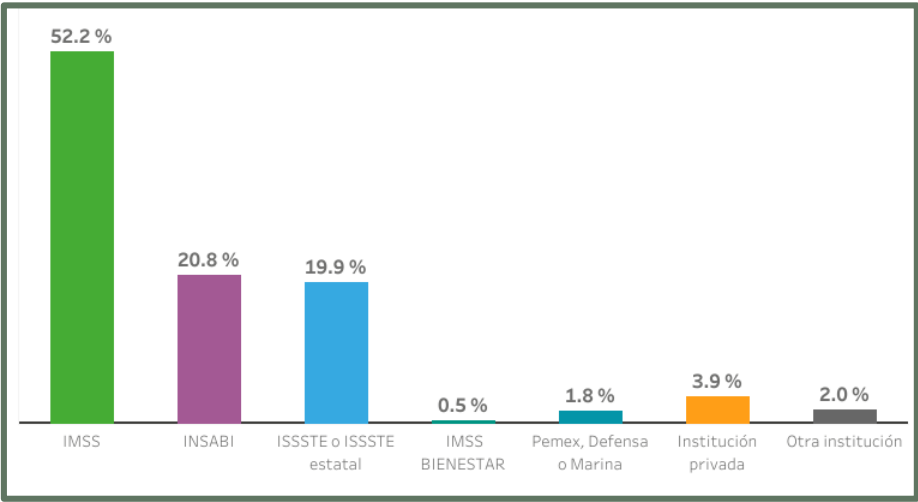
La tasa de alfabetización en el municipio de Tuxtla Gutiérrez es del 98.8 % entre los 15 y 24 años y del 95.3 % entre los de 25 años y más. En cuanto a la asistencia escolar, entre los 3 a 5 años el 67.9 % asiste a clases; entre los 6 a 11 años asiste el 95.1 %; entre los 12 a 14 años asiste el 92.5 % y entre los 15 a 24 años asiste el 56.4%.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Afiliación a servicios de salud.

El 58.9 % de la población del municipio de Tuxtla Gutiérrez está afiliada a algún servicio de salud. El 52.2 % está afiliada al IMSS; 20.8 % al INSABI; 19.9 % al ISSSTE o ISSSTE estatal; 0.5 % al IMSS BIENESTAR; 1.8 % a Pemex, Defensa o Marina; 3.9 % a instituciones privadas y 2 % a otra institución (**Figura III.34**).

Figura III.34. Afiliación a los servicios de salud del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Conclusiones.

Tal como se ha mencionado anteriormente y de acuerdo con lo expuesto en el presente capítulo, el **SA** se ubica en una entidad con un importante rezago socioeconómico el cual se refleja en un grado de marginación estatal alto, en contraste con el grado de marginación a nivel municipal, el cual está clasificado como muy bajo, mostrando que la población tiene un alto nivel de acceso a la educación, vivienda adecuada y bienes. Esto último se ve reforzado con la información en el contexto municipal, dado que los indicadores de marginación (demografía, vivienda, escolaridad, salud, entre otros), reflejan que la carencia de servicios y bienes es en general baja. Asimismo, el **Proyecto** no tendrá ningún impacto negativo con respecto a los asentamientos humanos localizados en el **SA**.

Zonas vulnerables

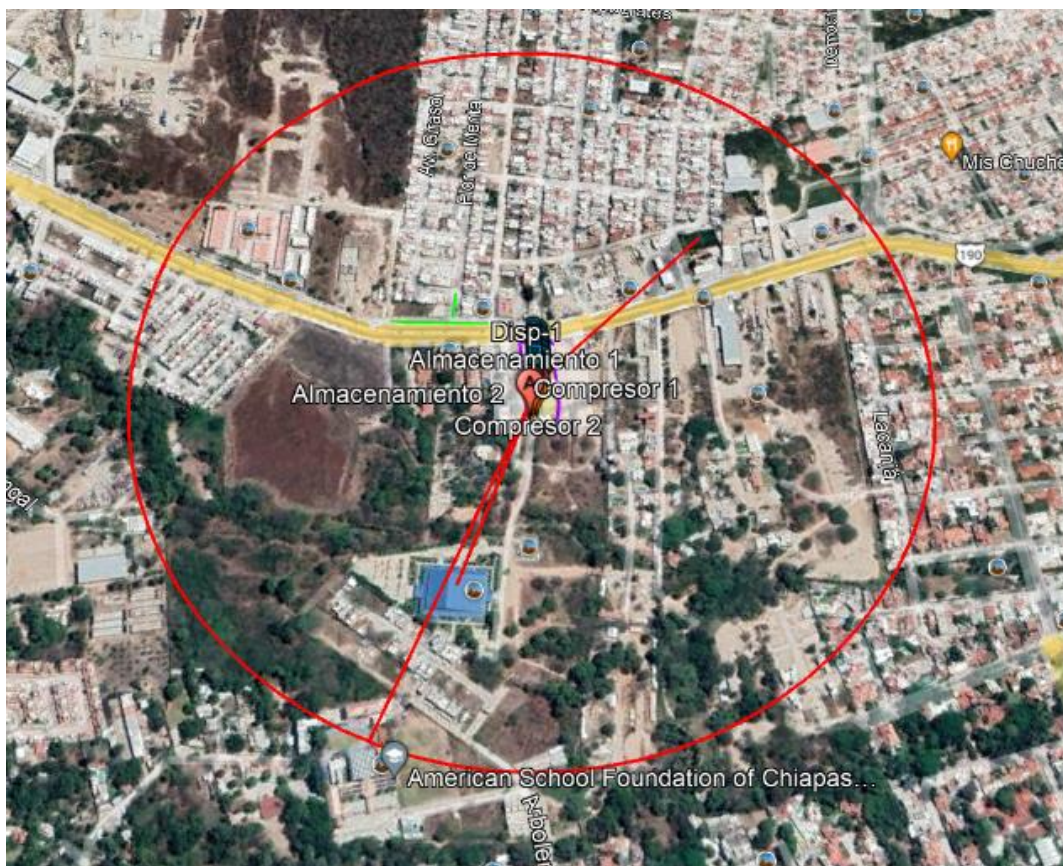
A 300 metros se encuentra la “Academia Santos Tuxtla Oficial”

A 290 metros se encuentra el “Salón de Asambleas de los Testigos de Jehová”

A 500 metros se encuentra la “American School Foundation of Chiapas A.C.”

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Figura III.35. Zonas vulnerables.



IV. Análisis y evaluación de riesgos.

IV.1. Antecedente de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares.

Hasta la fecha, no se tiene muchos registros de ocurrencia de accidentes de gran magnitud en el estado de Chiapas, ni en los estados vecinos, sin embargo, se tiene registro de accidentes en el manejo y transporte por ductos de gas natural por Petróleos Mexicanos, en los últimos 15 años, de los cuales a continuación se mencionan algunos:

El día 5 de julio de 2007 un hundimiento en la delegación Iztapalapa ocasionó que se cerrara el poliducto de ocho pulgadas Añil-Cuernavaca.

Ese mismo día, en Guanajuato se registró una explosión en la válvula de seccionamiento ubicada en la carretera Salamanca–Valle de Santiago.

Posteriormente el 8 de julio el vocero de Petróleos Mexicanos (PEMEX), Alfonso García Moreno, confirmó que fue puesto en operación el primer tramo (Celaya-Salamanca) del gasoducto de 36 pulgadas que resultó afectado por las explosiones del 5 de julio y que se encuentra en terreno

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

salmantino. También agregó que para la reanudación de operación del ducto trabajaron 300 técnicos en el lugar de los hechos.

A través de un boletín informativo Pemex detalló que para la reparación del gasoducto en ambos tramos fue necesario colocar un ‘bypass’ que permitió unir los tramos no afectados para, posteriormente, reanudar el suministro de gas natural por esta vía.

Antes de que fuera abierto en servicio el ducto, se realizó un protocolo de seguridad que garantiza la integridad física y hermeticidad.

El comunicado aclara que el suministro de gas en las distintas regiones no se suspendió gracias a que éste fue relevado por mecanismos alternos. Mientras tanto en Salamanca, Valle de Santiago y Celaya los trabajadores de la paraestatal y de las compañías contratadas para la rehabilitación de los ductos afectados con las explosiones continuaron.

Debido a esto, se realizó una serie de acciones en el ámbito nacional para el manejo y detección de las posibles fallas en los sistemas de almacenamiento de hidrocarburos. Este tipo de problemas se presentaron principalmente en las estaciones de compresión muy viejas las cuales no contaban con todos los sistemas de seguridad necesarios y normas que actualmente dicta la CRE y la CNH para el funcionamiento de este tipo de franquicias o estaciones de servicio.

IV.2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Para determinar los riesgos durante la operación se analizaron las propiedades de toxicidad, inflamabilidad y explosividad del gas natural, bajo las características y condiciones críticas (mayor temperatura, condiciones ambientales extremas, menor velocidad de viento, entre otras.).

Posteriormente, se aplicó la metodología HAZOP y se tomaron en cuenta las consideraciones de las guías federales para análisis de riesgos y de la EPA (Environmental Protection Agency).

IV.2.1 Metodología HAZOP (Hazardous Operability Analysis).

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

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

¿Porque se hace un Estudio de Riesgo?

- ✓ Nos permite adoptar medidas preventivas y mitigación/reducción de accidentes.
- ✓ Se establece una política de prevención de accidentes, a partir de la identificación de peligros y del análisis de la vulnerabilidad de las instalaciones.
- ✓ Va a contribuir a cuantificar los riesgos, frente a un potencial de alto riesgo.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

- ✓ Nos proporciona una base para la planificación de las medidas preventivas y para reducir la vulnerabilidad.
- ✓ Se constituye en un elemento importante en el diseño, para la adopción de medidas de prevención específicas.
- ✓ Constituye una garantía para la inversión.

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

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

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

Desarrollo de la metodología HAZOP

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

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

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

Terminología del análisis HAZOP

La siguiente tabla introduce la terminología y las definiciones que se utilizan durante las sesiones HAZOP.

Tabla IV.1.- Terminología HAZOP

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Procedimiento del análisis HAZOP

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

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

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

Tabla IV.2.-Palabras Guía HAZOP

Palabras Guía	Significado	Comentarios
No	Negación de la intención del diseño	No adición No Fujo No transferencia No agitación No secado No neutralización
Más/Alto/Largo	Incremento cuantitativo	Alta o mayor presión Alta temperatura Alto flujo Alta agitación Alta concentración Alto nivel Adición de demasiado material Tiempo de alimentación demasiado largo

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

Palabras Guía	Significado	Comentarios
Menos/Bajo/Corto	Decremento cualitativo	Baja presión Baja temperatura Bajo flujo Baja agitación Baja concentración Bajo nivel Adición de muy poco material Tiempo de alimentación demasiado corto
Así/Como/Además	Incremento cuantitativo	Adición de material X además del material X Se añaden contaminantes
Parte de	Decremento cuantitativo	Se cierran dos de las tres válvulas Se para solo una parte del proceso
Inverso, revertido	Opuesto lógico	Flujo inverso o revertido
Otro, en vez de	Sustitución completa	Adición de material X en vez de material Y Se cierra la válvula 1 en vez de la 2

Tabla IV.3.-Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección

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

Documentación del HAZOP

Es importante documentar el análisis para apoyar las buenas decisiones de riesgo, para preservar los resultados del análisis para su futuro (en revalidaciones) con evidencia de que el estudio se realizó de acuerdo a buenas prácticas y para apoyar otras actividades relacionadas con la administración de riesgo (como la elaboración de procedimientos operativos, la administración del cambio, la investigación de incidentes, etc). Por lo general, la tarea de elaborar el informe de análisis HAZOP recae sobre el líder y el secretario del HAZOP y se distribuye como se indica en la siguiente tabla:

Tabla IV.4.- Tareas del líder y del secretario HAZOP

LIDER	SECRETARIO
• Completar las recomendaciones planteadas durante las juntas de análisis • Pasar las notas a forma de texto	• Completar tablas • Pasar las notas a texto • Copiar o reorganizar el texto en la parte derecha de las tablas

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

• Anadir información para explicar “el por qué” de las recomendaciones • Bosquejar el resto del informe - La introducción y el alcande - La metodología - El cumplimiento de los reglamentos - El resumen ejecutivo - Los anexos, por ejemplo: ✓ Diagrama de Tuberías e Instrumentación ✓ Diagrama de Flujo de Proceso ✓ Hojas de Datos de Seguridad • Preparar las listas de documentos utilizados/consultados • Revisar el trabajo del secretario • Recopilar y publicar el informe final.	• Verificar la consistencia de los términos, enlaces, etc. • Revisar y completar el trabajo del Líder
--	--

Análisis HAZOP de los procedimientos

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

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

Para analizar los procedimientos operativos de los procesos seleccionado por el equipo de análisis de riesgo, se utiliza una extensión lógica de la técnica de análisis HAZOP. Los procedimientos individuales se analizan también usando palabras guía. Las palabras guía de la siguiente tabla se aplican a cada uno de los pasos del procedimiento para identificar los posibles errores humanos que un operador puede cometer durante la ejecución de ese paso del procedimiento. El equipo de análisis de riesgo debe determinar las características del equipo, del entorno laboral, de los instrumentos y de los procedimientos mismo que pueden contribuir a la comisión de errores humanos.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla IV.5.- Palabras Guía

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

Asuntos específicos del análisis

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

Peligros en los procesos:

Utilizando la técnica de identificación de riesgo HAZOP, el equipo identificó y evaluó los riesgos asociados debidos a la naturaleza del Gas Natural Comprimido, a las condiciones de la instalación y a la magnitud de los inventarios.

La experiencia de los miembros del equipo de análisis de riesgo en la operación de la estación de servicio contribuyó a garantizar una cobertura global de los riesgos de los procesos en la estación. El equipo de análisis de riesgo analizó los riesgos en los procesos para varios modos operativos, incluyendo la operación normal, arranque, paro normal y la pérdida de servicios auxiliares críticos.

Los peligros de interés incluyen todos aquellos que pueden genera una liberación de Gas Natural Comprimido que resulte en cuatro tipos de consecuencias hacia el receptor que se ha establecido, estas consecuencias:

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

Incidentes previos.

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

Controles de ingeniería y administrativos

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

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

En la columna del HAZOP “salvaguardas” se muestra este tipo de controles, siendo oportuno señalar que en las sesiones y reporte HAZOP se considera e hicieron mención y referencia, de salvaguardas genéricas en donde sea respectivamente aplicables para eventos de liberación de sustancias químicas peligrosos cuando por tener características y condiciones similares de sustancia químicas peligrosos, cuando por tener características y condiciones similares se pueden expresar y contemplar en referencias accesibles y factibles.

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

Consecuencias de falla en los controles

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

Aplicación del análisis HAZOP

La aplicación de la metodología HAZOP se realizó mediante reuniones de especialistas para conformar un grupo multidisciplinario. En la siguiente tabla se describe la relación de nodos y desviaciones analizadas.

Tabla IV.6. Lista de Nodos y desviación para el análisis HAZOP

No	NODO	DESVIACIONES	
1	Del carrotanque al poste de descarga	1.1	Menos flujo
		1.2	Bajo flujo/No flujo
		1.3	Baja presión
2	Poste de descarga de Gas Natural a paquete de compresión	2.1	Alta presión
		2.2	Baja presión
		2.3	Bajo flujo/No flujo
		2.4	Alta concentración
		2.5	Alto nivel
		2.6	Fuga y/o ruptura
		2.7	Incendio
3	Paquete de compresión de 4 etapas	3.1	Alta presión
		3.2	Baja presión
		3.3	Bajo flujo/No flujo
		3.4	Alta temperatura
		3.5	Alto nivel

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

No	NODO	DESVIACIONES	
		3.6	Alta vibración
		3.7	Fuga y/o ruptura
		3.8	Incendio
4	Paquetes de almacenamiento de gas natural comprimido (16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno)	4.1	Baja presión
		4.2	Alta presión
		4.3	Bajo nivel
		4.4	Alto nivel
		4.5	Fuga y/o ruptura
		4.6	Incendio
5	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de recinto de compresión y/o paquete de almacenamiento a surtidores	5.1	Alta presión
		5.2	Baja presión
		5.3	Bajo flujo/No flujo
		5.4	Temperatura
		5.5	Incendio

Resultados del análisis HAZOP

Las tablas de resultados de la aplicación de la metodología HAZOP para la Estación de Servicio se muestran en la Anexo **ER. 2**. Como resultado de la aplicación de la metodología HAZOP, se obtiene una relación de escenarios de peligros lo cuales se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla IV.7. Relación de escenarios

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
El Peor Caos	PC1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) ignición (flash fire, jet fire), con posibles daños a las personas, al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 6"	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) e ignición (flash, fire, jet fire) con posibles daños a la personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
El Caso Probable	CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por perdida de integridad mecánica en la línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 3"	Fuga de gas con ignición (flash, fire, jet fire) con posibles daños a la personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 1"	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 0.5"	Fuga de gas sin ignición, con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.

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

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

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

Hojas de Trabajo HAZOP

Las Hojas de trabajo HAZOP por nodo y escenarios de riesgos analizados aplicado las variables y parámetros del proceso y las palabras guía utilizadas por el grupo multidisciplinario en cada una de las sesiones, se presenta en el **Anexo ER.2**.

Recomendaciones HAZOP

Durante el desarrollo del análisis de los escenarios, el grupo multidisciplinario realizó las recomendaciones que consideró necesarias para Prevenir, Reducir o Mitigar las consecuencias de cada desviación. En el **Anexo ER.3**, se presentan dichas recomendaciones.

Método Matriz de Riesgo

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

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

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

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

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

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

Durante este análisis, se toman en consideración los receptores de afectaciones del riesgo identificado: Personal, Ambiente, Negocio e Imagen (ver Tabla 1.12).

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

Tabla IV.8. Niveles de frecuencia

Clasificación	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un período mayor a 1 año y hasta 5 años

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

F4	Poco frecuente	Ocorre una o más veces en un período mayor a 5 años y hasta 10 años
F3	Raro	Ocorre una o más veces en un período mayor a 10 años
F2	Muy Raro	Puede ocurrir sola una vez en la vida útil de la instalación
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro

Tabla IV.9. Niveles de frecuencia

Categoría de la consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Perdida o diferimiento de producción (USD)	Daños a la instalación
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500,000.000	>500,000.000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores de 1 día hasta 1 semana.	> 50,000.000 a 500,000.000	> 50,000.000 a 500,000.000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	> 5,000.000 a 50,000.000	> 5,000.000 a 50,000.000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requiere acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que llevan hasta 1 hora.	> 500.000 a 5,000.000	> 500.000 a 5,000.000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Se presentan fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	> 50.000 a 500.000	> 50.000 a 500.000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba	< 50.000	< 50.000

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

Categoría de la consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Perdida o diferimiento de producción (USD)	Daños a la instalación
			de los límites establecidos.		

A continuación, se muestra las Tablas IV.10 y IV.11 con los valores de las frecuencias y consecuencias aplicadas durante las reuniones multidisciplinarias.

Tabla IV.10. Matriz para la estimación de índice de riesgo

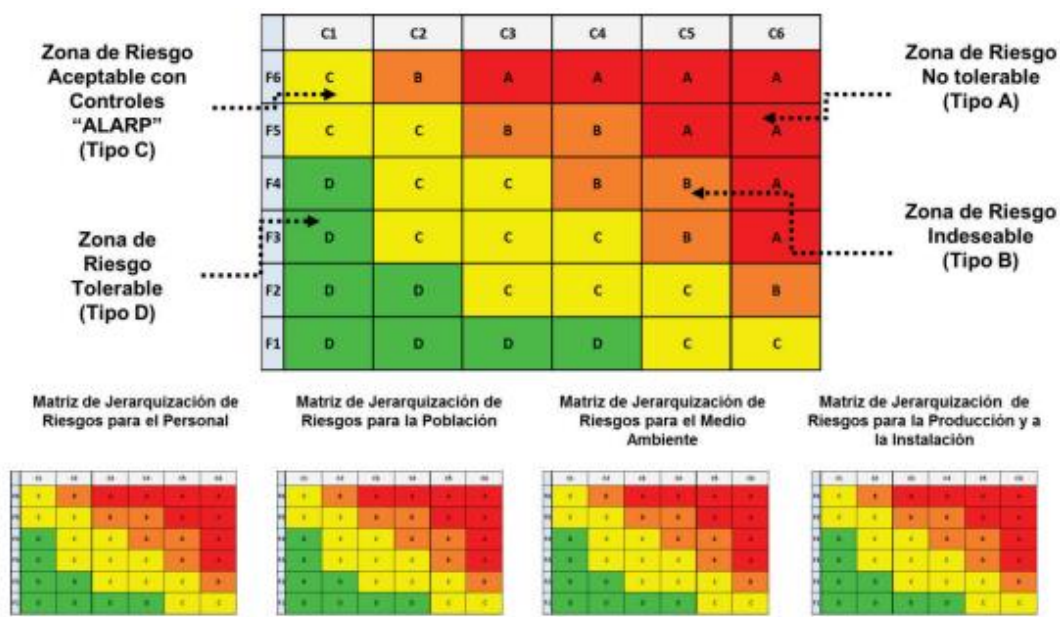


Tabla IV.11. Clasificación de riesgo

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

La aplicación de las frecuencias del escenario y la consecuencia esperada para cada uno de los receptores, Personal, Ambiente, Negocio e Imagen, se representan en su respectiva matriz, la cual contiene los criterios del documento normativo para cada una de las cuatro clasificaciones de riesgo representadas por medio de colores Rojo, Naranja, Amarillo y Verde, correspondientes al Riesgo Intolerable, Riesgo Indeseable, Riesgo Aceptable con controles y Riesgo Razonablemente Aceptable, respectivamente como se muestra en las tablas IV.12, IV.13, IV.14 y IV.15.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Conforme a los resultados de clasificación de riesgo se deberá considerar los siguientes criterios en las conclusiones del análisis:

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

Evaluación de la frecuencia y consecuencia de los escenarios

Se evaluaron los escenarios de riesgo identificados para la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “Laguitos” de la empresa VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V. A continuación, se presentan dichos resultados, los cuales fueron clasificados en la Matriz de Riesgo que se indica en la tabla IV.10.

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

Tabla IV.12. Matriz de riesgo por daños al Personal

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

En la matriz por daños al Personal (Tabla IV.12.) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguna se encuentra en la zona de riesgo A (Intolerable)
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo B (Indeseable)
- 3 (tres) se ubican en la zona C (aceptable con controles)
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo D (razonablemente aceptable)

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla IV.13. Matriz de riesgo por daños al Ambiente

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

En la matriz por daños al Personal (Tabla IV.13.) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

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

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

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

Tabla IV.14. Matriz de riesgo por daños al Negocio.

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

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

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

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

Tabla IV.15. Matriz de riesgo por daños a la Imagen de la Empresa.

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

En la matriz por daños a la Imagen de la Empresa (Tabla IV.15.) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

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

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

Tabla IV.16. - Tabla de Jerarquización de Riesgos.

No.	Descripción del Nodo	No.	Desviaciones	Riesgo			
				Pe	Po	IA	IP
1	Del carrotanque al poste de descarga	1.1	Menos flujo	D2	D2	D4	D4
		1.2	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D2
		1.3	Baja presión	D2	D2	D4	D4
2	Poste de descarga de Gas Natural a paquete de compresión	2.1	Alta presión	D2	D2	D4	D4
		2.2	Baja presión	D2	D2	D4	D2
		2.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		2.4	Alta concentración	D4	D4	D4	D4
		2.5	Alto nivel	D3	D3	D3	D3
		2.6	Fuga y/o ruptura	D4	D4	D4	D4
		2.7	Incendio	D3	D3	C6	D3
3	Paquete de compresión de 4 etapas	3.1	Alta presión	D3	D3	C6	D3

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

No.	Descripción del Nodo	No.	Desviaciones	Riesgo			
				Pe	Po	IA	IP
		3.2	Baja presión	C5	C5	C10	C5
		3.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		3.4	Alta temperatura	D1	D1	D2	D1
		3.5	Alto nivel	D3	D3	C6	C6
		3.6	Alta vibración	C5	C5	C10	C10
		3.7	Fuga y/o ruptura	C5	C5	C10	C10
		3.8	Incendio	C5	C5	C10	C5
4	Paquetes de almacenamiento de gas natural comprimido (16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno)	4.1	Baja presión	D3	D3	C6	D3
		4.2	Alta presión	C5	C5	C10	C5
		4.3	Bajo nivel	D2	D2	D4	D4
		4.4	Alto nivel	D1	D1	D2	D1
		4.5	Fuga y/o ruptura	D3	D3	C6	C6
		4.6	Incendio	C5	C5	C10	C5
5	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de recinto de compresión y/o paquete de almacenamiento a surtidores	5.1	Alta presión	D3	D3	C6	D3
		5.2	Baja presión	C5	C5	C10	C5
		5.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		5.4	Temperatura	D1	D1	D2	D1
		5.5	Incendio	C5	C5	C10	C5

Pe: daños al personal; Po: daños a la población; IA: impacto al ambiente; IP: daños a la Instalación / producción.

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

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

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

o dispositivos de protección para la mitigación de las afectaciones.

IV.3. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Los escenarios de riesgo que mostraron el índice de riesgo más probable y el índice de riesgo más alto o catastrófico en la metodología HAZOP, serán consideradas para desarrollar las modelaciones matemáticas de emisión de la sustancia manejada mediante el apoyo del ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) versión 5.4.7.0 desarrollado por la Oficina de Gestión de Emergencias de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la División de Respuesta a Emergencias de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos de América. El programa aumenta el conocimiento de las características de eventos y riesgos de accidentes potenciales y también proporciona las bases para la planificación de emergencias (Radios Potenciales de Afectación).

Los modelos matemáticos de dispersión de gases se utilizan con dos propósitos, para evaluar riesgos y planear respuestas a una emergencia, y proveer información guía para los cuerpos de respuesta de emergencia durante la liberación del material. La modelación se puede utilizar para predecir los efectos de varios escenarios de liberación accidental, y establecer cuales escenarios representarían el mayor riesgo al personal de la instalación, la comunidad y el medio ambiente. Con lo que respecta a las posibles situaciones de riesgo que puede presentarse en la etapa operativa de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “Laguitos” de la empresa VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V.; se simulaban con el Software ALOHA, los eventos de modelación de una nube de gas tienen como propósito principal el predecir el área que podría resultar afectada por la presencia del material liberado. Los efectos perjudiciales dependen de las propiedades peligrosas del material liberado. Para materiales inflamables, la presencia de concentraciones de gas dentro de los límites de inflamabilidad del material es la de mayor interés debido a que en ese intervalo se puede generar un incendio o explosión, estos pueden generarse por eventos de corrosión o pérdida de integridad mecánica. Para estas consecuencias se determinaron los radios de afectación para las zonas de alto riesgo y los de amortiguamiento, con la finalidad de estimar y observar las repercusiones al Personal, Población, Ambiente y a la Instalación/producción.

Criterios utilizados para el análisis cuantitativo.

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

- Planos de Instalaciones Mecánicas.
- Plano Arquitectónico de Conjunto.
- Memoria Técnica Descriptiva de la instalación.
- Consulta de estadísticas de accidentes por fuga o en instalaciones similares (Estaciones de Servicio de GNC).
- Los resultados obtenidos con la aplicación de la Metodología de Riesgo HAZOP (Hazard and Operability).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla IV.17. Relación de escenarios

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
El Peor Caos	PC1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) ignición (flash fire, jet fire), con posibles daños a las personas, al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 6"	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión) e ignición (flash, fire, jet fire) con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
El Caso Probable	CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por perdida de integridad mecánica en la línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 3"	Fuga de gas con ignición (flash, fire, jet fire) con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 1"	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.
Caso Alterno	CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 0.5"	Fuga de gas sin ignición, con posibles daños a las personas al ambiente al negocio y a la imagen de la empresa.

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

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

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

- a) Condiciones ambientales del sitio: Para todos los escenarios de riesgo se tomará la temperatura ambiente promedio de la zona, la cual es de 25.8 °C, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana.
- b) Tipo de área de localización de la instalación: la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “Laguitos” de la empresa VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V., se localizará en Boulevard Los Laguitos Km. 2.5, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas, donde existen zonas comerciales Y asentamientos humanos en el área inmediata, colinda con lotes baldíos y zonas habitacionales, el terreno es generalmente plano.
- c) Condiciones meteorológicas al momento de la fuga del material o sustancia peligrosa: Para cada uno de los escenarios a simular, se tomará una velocidad del viento promedio de 8 km/h, debido a que en el área donde se localizará la obra ES MUY DIFÍCIL que se presenten condiciones extremadamente estables.
- d) Material o sustancia peligrosa bajo estudio: En el presente estudio la sustancia que podría ser liberada sería el gas natural comprimido. De acuerdo a las Hojas de Datos de Seguridad (véase AnexoER.1) es una mezcla de hidrocarburos, donde el componente de mayor

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

porcentaje es el metano (95%), el cual presenta características de inflamabilidad y explosividad.

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

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

La aplicación del modelo tiene como objeto integrar las propiedades intrínsecas del material y los diversos escenarios de liberación con las condiciones ambientales particulares del sitio con el fin de conocer el comportamiento de la flama (en caso de incendio), y/o dispersión de una nube con incendio o explosión.

Los principales factores a considerar en el modelado son: inflamabilidad de la sustancia, estado físico, fuente de emisión, condiciones meteorológicas, características del sitio (topografía), y la ubicación de los receptores de interés.

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

Tabla IV.18.- Clase de Eventos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas.

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

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

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

- Zona de Alto Riesgo.**

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas. En la tabla IV.19. se describen los parámetros que definen a la zona de alto riesgo.

Tabla IV.19.- Parámetros que Definen la Zona de Alto de Riesgo.

Consecuencia	Descripción
Efecto de Radiación (Radiación Térmica)	*5.0 Kw/mz (1,500 BTU/pie2hr) Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se Efecto de Radiación protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2º grado sin la protección (Radiación Térmica) adecuada
Efecto Explosivo	*0.070 kg/cmz (1psi) Es la presión en la que se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables

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

- Zona de Amortiguamiento.**

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas. En la tabla IV.20. se describen los parámetros que definen a la zona de amortiguamiento.

Tabla IV.20.- Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento.

Consecuencia	Descripción
Efecto de Radiación (Radiación Térmica).	*1.4 Kw/mz. (400 BTU/pie2hr). Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. No causará incomodidad durante exposición prolongada
Efecto Explosivo	*035 kg/cm* (0.5 psi) Ventanas pequeñas o grandes usualmente fracturadas, daño ocasional a los marcos de las ventanas.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

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

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

Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

Para los efectos de Flamazo no se utiliza el flujo térmico como criterio para establecer las dimensiones de la zona intermedia de seguridad. Ello está dado por las características de este evento, especialmente el corto periodo de tiempo de exposición debido a la rapidez con que ocurre este evento. La zona de afectación queda definida por las dimensiones de la nube donde ocurre el flamazo. En la tabla IV.21. Efectos de Flamazo (Flash-Fire), se reflejan los daños esperados sobre las personas que se encuentran en la zona de afectación por un Flamazo.

Tabla IV.21.- Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

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

Flujo de Radiación Térmica.

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

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

De la tabla IV.22. Efectos por Radiación Térmica, se seleccionan los valores que serán utilizados para estimar las zonas de afectación, al personal, a la población, al ambiente e instalaciones.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Tabla IV.22.- Efectos por Radiación Térmica.

Radiación térmica	Efecto observado
37.5	Suficiente para causar daños al equipamiento de proceso, el acero estructural cede en 20 min de exposición.
25	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera en exposición larga (sin llama iniciadora)
12.5	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera con llama iniciadora. Fundición de tubos plásticos. Causa quemaduras de tercer grado que producen la muerte instantánea.
9.5	Se alcanza el umbral de dolor después de 8 segundos. Aparecen quemaduras de 2do. Grado después de 20 seg.
5	Suficiente para causar dolo al personal si es incapaz de ponerse a cubierto en 20 seg., ampollamiento de la piel (quemaduras de 2do. Grado), inhabilitación de las vías de escape. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.
1.4	No causa incomodidad para exposiciones largas. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.

Fuente DCO-GDOESSPA-CT-001

	Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones
	Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona inmediata de seguridad

Nube de Vapores

Los niveles de sobrepresión a evaluar se seleccionan tomando en cuenta la vulnerabilidad de las instalaciones, las estructuras constructivas y consecuentemente las personas que se encuentran en las mismas. Para el análisis, se toma como referencia los niveles que se dan en la tabla VIII. 3 parámetros que definen la zona de alto de riesgo, tabla IV.20. parámetros que definen la zona de amortiguamiento y para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad y se seleccionan valores de la Tabla IV.23. Daños producidos por las ondas de expansivas de Explosión.

Tabla IV.23.- Daños Producidos por las Ondas de Expansivas de Explosión.

Sobrepresión		Efecto Observado
Barg	Psi	
0.0014	0.02	Ruido Audible (137 dB si es de baja frecuencia 10-15 Hz).
0.0021	0.03	Ruptura ocasional de grandes ventanas de vidrio.
0.0028	0.04	Ruido alto (143 dB), boom sónico y ruptura de vidrios.
0.007	0.1	Ruptura de pequeñas ventanas bajo tensión.
0.0105	0.15	Presión típica para ruptura de vidrios de ventanas.
0.0207	0.3	"Distancia segura" (probabilidad 0.95 de que no se produzcan daños serios por debajo de este valor); límite de los proyectiles; algunos daños a los techos de las casas; 10a» de ruptura de las ventanas de vidrio.
0.028	4	Daños estructurales menores limitados.
0.035	0.5	Las ventanas pequeñas y grandes son aplastadas. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Sobrepresión		Efecto Observado
Barg	Psi	
0.05	0.7	Daños menores a estructura de las casas.
0.07	1	Demolición parcial de casas, pueden ser inhabitables/ Las láminas de asbesto son aplastadas, fallan las uniones de paneles de acero y aluminio doblándose, los paneles vuelan, NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT
0.14	2	Colapso parcial de muros y techos de edificaciones/ Las paredes de concreto o de bloques ligeros no reforzadas son aplastadas.
0.16	2.3	Límite inferior de los daños estructurales serios.
0.18	2.5	50% de destrucción de los muros de ladrillo de las casas
0.21	3	Daños ligeros a maquinarias pesadas (3000 lb) en edificios industriales. Los edificios de estructuras metálicas se distorsionan y pueden ser sacados de sus cimientos. Los edificios de paneles de hacer (con o sin marcos de refuerzo son demolidos. Ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.28	4	El revestimiento de los edificios industriales ligeros se rompe.
0.35	5	Destrucción casi completa de las casas.
0.49	7	Los vagones de ferrocarril cargados se vuelvan.
0.56	8	Los paneles de ladrillos de 8-12" de espesor, no reforzados, fallan por cortante o por flexión.
0.63	9	Carros de ferrocarril cargados son destruidos completamente.
0.7	10	Probable destrucción total de edificios, las máquinas herramientas pesadas (7000 lb) son movidas y seriamente dañadas, las máquinas herramientas muy pesadas (12,000 lb) sobreviven.
21	300	Límites de los bordes del cráter de la explosión.

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001.

	Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones
	Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona inmediata de seguridad

Explosión de Nube de Gas no Confinada (UVCE).

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

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	---

Radios potenciales de afectación.

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



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
PROYECTO
ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA
GUTIERREZ, CHIAPAS

ELABORADOPOR:

B + F
AMBIENTAL

Tabla IV.24.- Resultados obtenidos de las simulaciones.

Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas intermedias de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo VLEP 5 ppm (m)	Amort. VLE PPT 1 ppm (m)	Riesgo 5 KW/m2 (m)	Amort. 1.4 KW/m2 (m)	Riesgo LII (m)	Amort. 0.5 LII (m)	Riesgo 1 psi (m)	Amort. 0.5 psi (m)
PC1	Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno.	FLAM					36	113		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			28	51				
		BOLF								
		UVCE							N/A	35
		NT								
CA-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 6"	FLAM					34	109		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			35	65				
		UVCE							N/A	37



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
PROYECTO
ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA
GUTIERREZ, CHIAPAS

ELABORADOPOR:

B + F
AMBIENTAL

Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas intermedias de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo VLEP 5 ppm (m)	Amort. VLE PPT 1 ppm (m)	Riesgo 5 KW/m2 (m)	Amort. 1.4 KW/m2 (m)	Riesgo LII (m)	Amort. 0.5 LII (m)	Riesgo 1 psi (m)	Amort. 0.5 psi (m)
CMP-1	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por pérdida de integridad mecánica en la línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 3"	FLAM					34	109		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			33	61				
		UVCE							N/A	37
		NT								
CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 1"	FLAM								
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			<10	11				
		UVCE								
		NT								

FLAM: flamazo (flash fire); CHAF: charco de fuego (pool fire); CHOF: chorro de fuego (jet fire); UVCE: explosiones de nubes de vapor no confinadas (Unconfined Vapour Cloud Explosion); NT: nube tóxica (no aplica para este estudio).

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

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

En el Anexo **ER.4** se muestran los resultados obtenidos mediante las simulaciones con el Software ALOHA. En el **AnexoER.5** se incluyen los ortomapas de localización, donde se indican los radios de afectación (zona de alto riesgo y zona de amortiguamiento) para los eventos de explosividad e inflamabilidad.

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

Tabla IV.25.- Descripción de los escenarios de riesgo.

Clave del Escenario	Descripción
PC1	Se supone una ruptura catastrófica en cilindros de almacenamiento de gas natural comprimido, originado por golpe con agentes externos, provocándose una liberación masiva de gas con ignición y explosión de nube de vapor (Flash Fire, radiación térmica y efectos por sobrepresión). De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para radiación térmica de 28m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 51 m (1.4 Kw/m²); para flash fire la zona de alto riesgo de 36 m (LII) y una zona de amortiguamiento de 113 m (0.5 LII) y para efectos sobrepresiónel diámetro es pequeño (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 35 m (0.5 psi). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como área de recinto (poste de descarga, compresión y almacenamiento), cuarto de residuos, cuarto eléctrico y generador, así como una posible afectación cuales son predios baldíos y casas habitación. El personal que se vería afectado sería personal de VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V., los habitantes de las casas y el público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal y Policía Federal.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

Clave del Escenario	Descripción
CA-1:	De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para efectos de radiación térmica zona de alto riesgo 35 m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 65 m (1.4 Kw/m²) flash fire la zona de alto riesgo de 34 m (LII) y una zona de amortiguamiento de 109 m (0.5 LII) y efectos sobrepresiónel diámetro es muy pequeño (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 37 m (0.5 psi). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como área de recinto (poste de descarga, compresión y almacenamiento), cuarto de residuos, cuarto eléctrico, generador, cisterna y algunos vehículos que se encuentren en el área de estacionamiento, así como una posible afectación cuales son predios baldíos y casas habitación. El personal que se vería afectado sería personal de VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V., los habitantes de las casas y el público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal y Policía Federal.
CMP-1:	De presentarse este evento generaría un chorro de fuego con una zona de amortiguamiento de 33 m (1.4 Kw/m²) y una zona de alto riesgo de 61 (5 Kw/m²); zona de alto riesgo para sobrepresión del radio es muy pequeño (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 37 m (0.5 psi) y el flash fire la zona de alto riesgo de 34 m (LII) y una zona de amortiguamiento de 109 m (0.5 LII). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como área de recinto (poste de descarga, compresión y almacenamiento), cuarto de residuos, cuarto eléctrico, generador, cisterna y algunos vehículos que se encuentren en el área de estacionamiento, así como una posible afectación cuales son predios baldíos y casas habitación. El personal que se vería afectado sería personal de VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V., los habitantes de las casas y el público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal y Policía Federal.
CA-2:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.0" ø en línea de descarga de alta presión de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para efectos por radiación térmica de zona de alto riesgo < a 10 m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 11 m (1.4 Kw/m²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como el área de recinto (Compresión y Almacenamiento). El personal que se vería afectado sería personal de VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V.y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

Clave del Escenario	Descripción
	audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal y Policía Federal.
CMP-2:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.5" $\varnothing$ en línea de descarga de alta presión de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para radiación térmica zona de alto riesgo<10 (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 10 m (1.4 Kw/m²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura del área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V. y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal y Policía Federal.

IV.4. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)

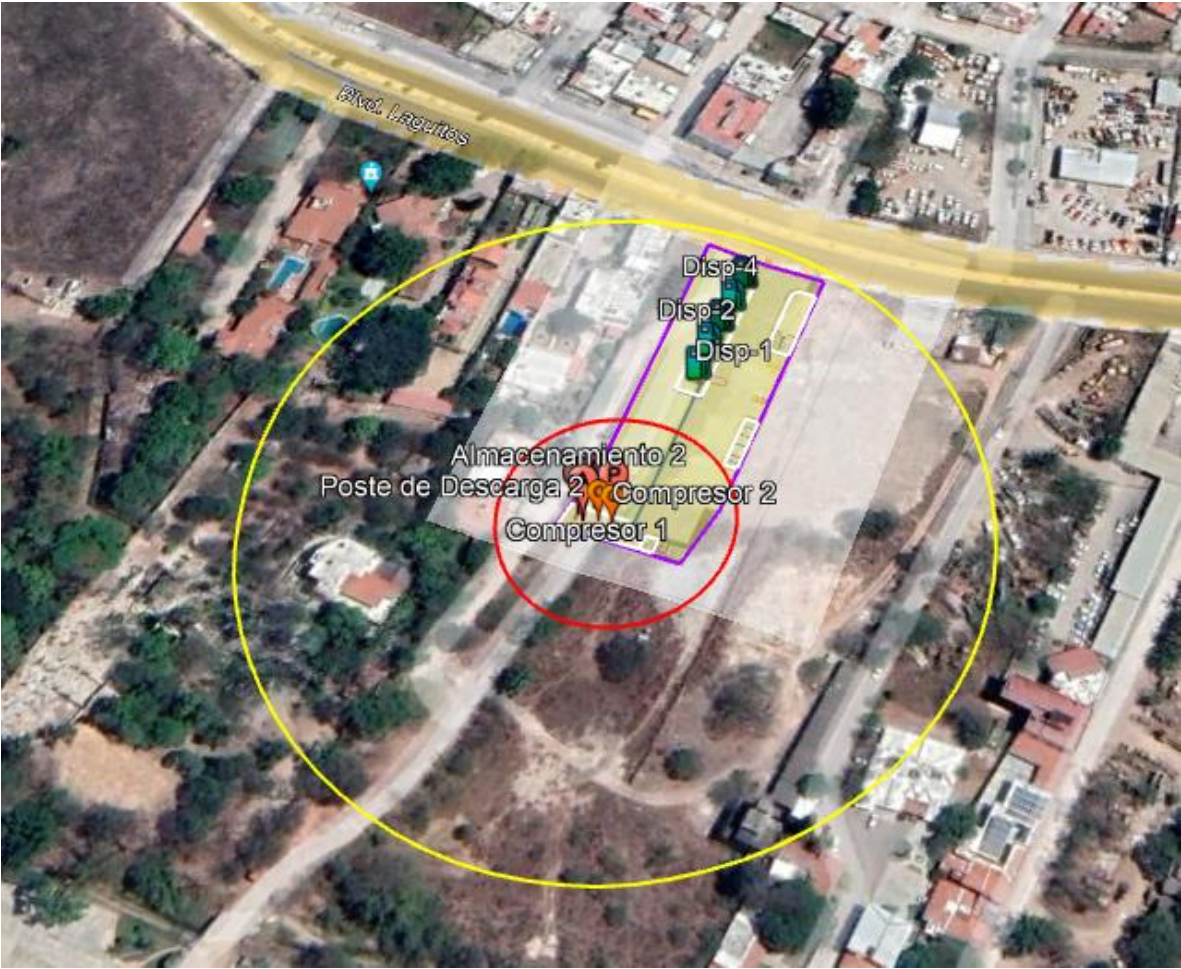
Escenario:

Liberación de Gas Natural Comprimido, causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 16 recipientes cilíndricos verticales de 125 litros cada uno.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: FLAM Flash Fire

Figura IV.1. Escenario PC-1. Evento FLAM Flash Fire.

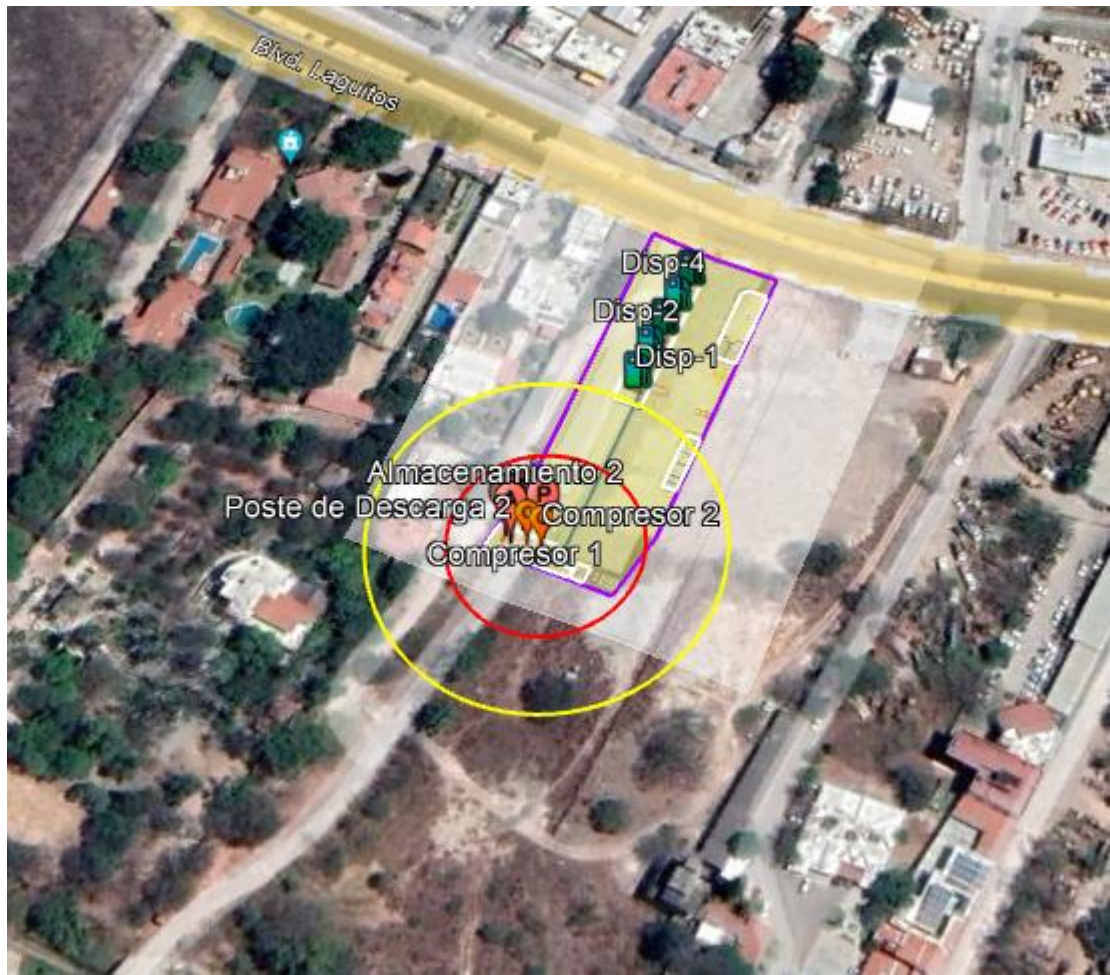


	Zona de alto riesgo: 36 m.
	Zona de amortiguamiento: 113 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: CHOF Jet Fire

Figura IV.2. Escenario PC-1. Evento CHOF Jet Fire.

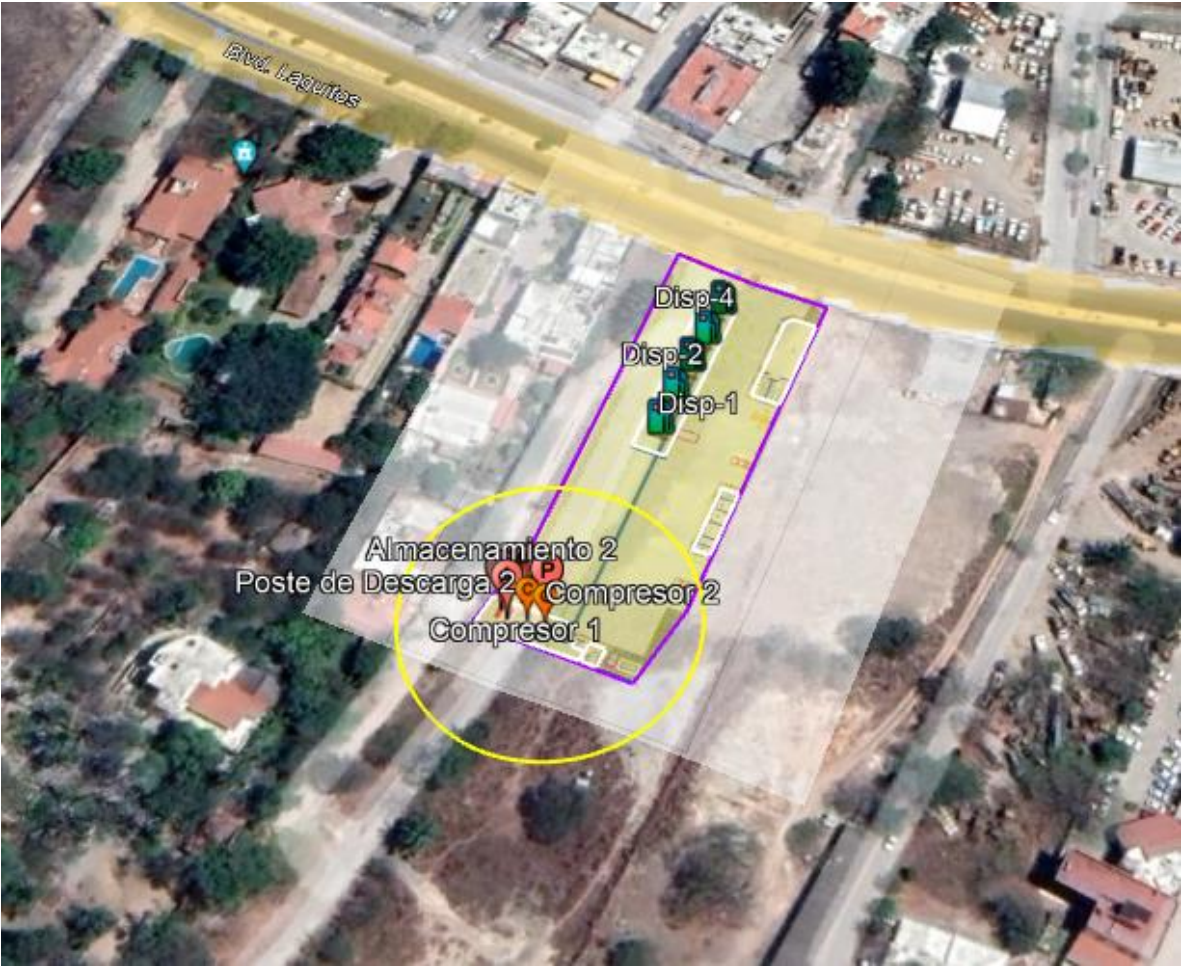


	Zona de alto riesgo: 28 m.
	Zona de amortiguamiento: 51 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: UVCE Explosión nube de vapor.

Figura IV.3. Escenario PC-1. Evento UVCE Explosión nube de vapor.



	Zona de alto riesgo: no se excede el lime 1 psi.
	Zona de amortiguamiento: 35 m.

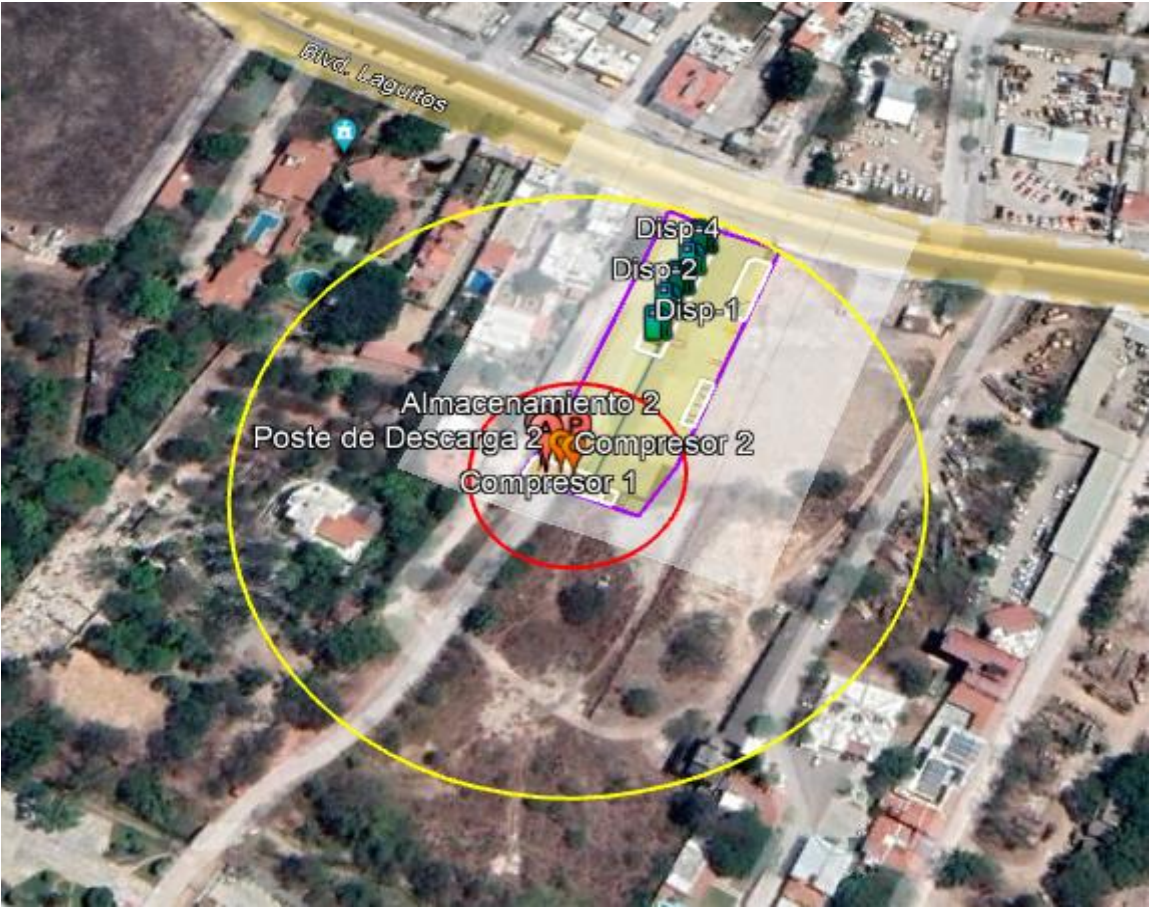
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Escenario

Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 6"

Clase de evento: FLAM Flash Fire

Figura IV.4. Escenario CA-1. Evento FLAM Flash Fire.

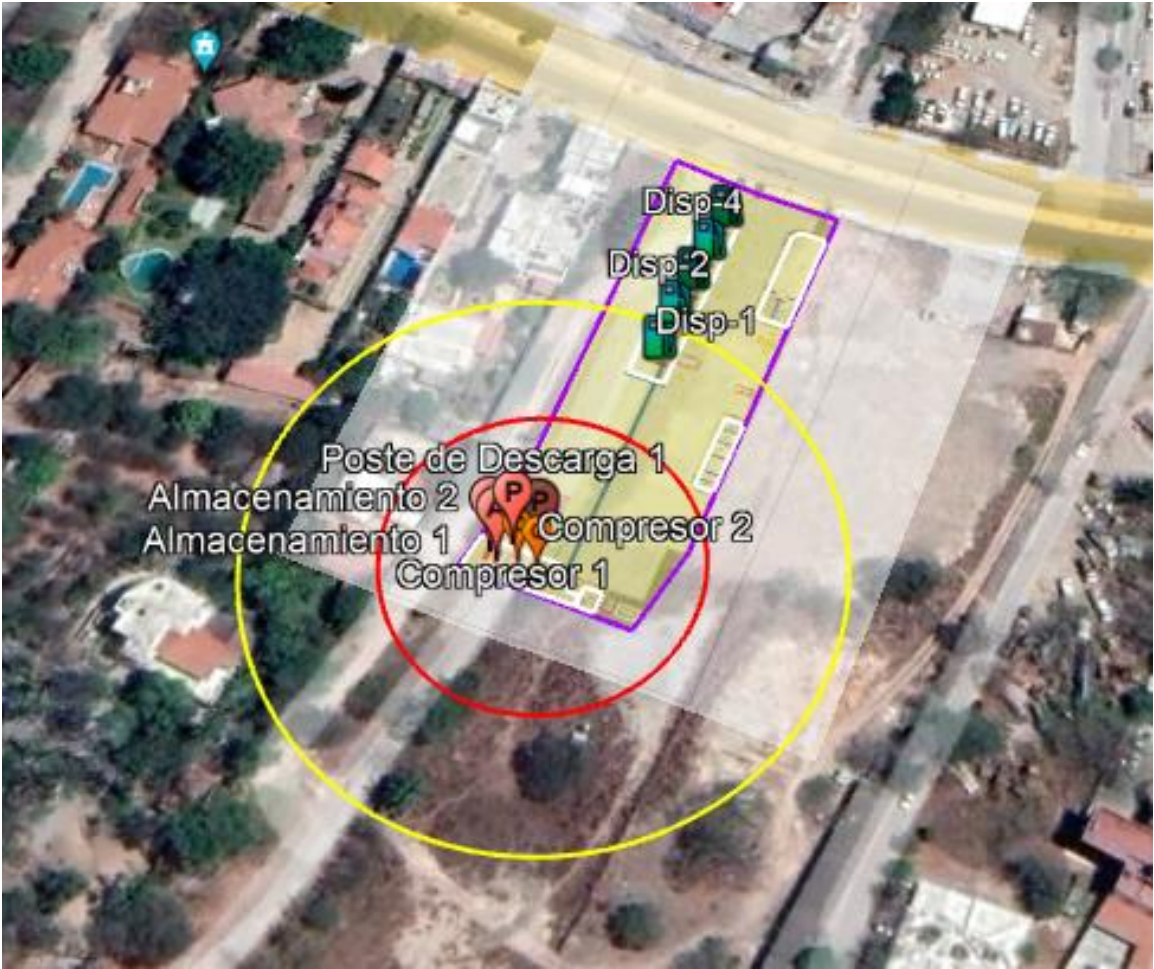


	Zona de alto riesgo: 34 m.
	Zona de amortiguamiento: 109 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: CHOF (Jet fire)

Figura IV.5. Escenario CA-1. CHOF Jet Fire.

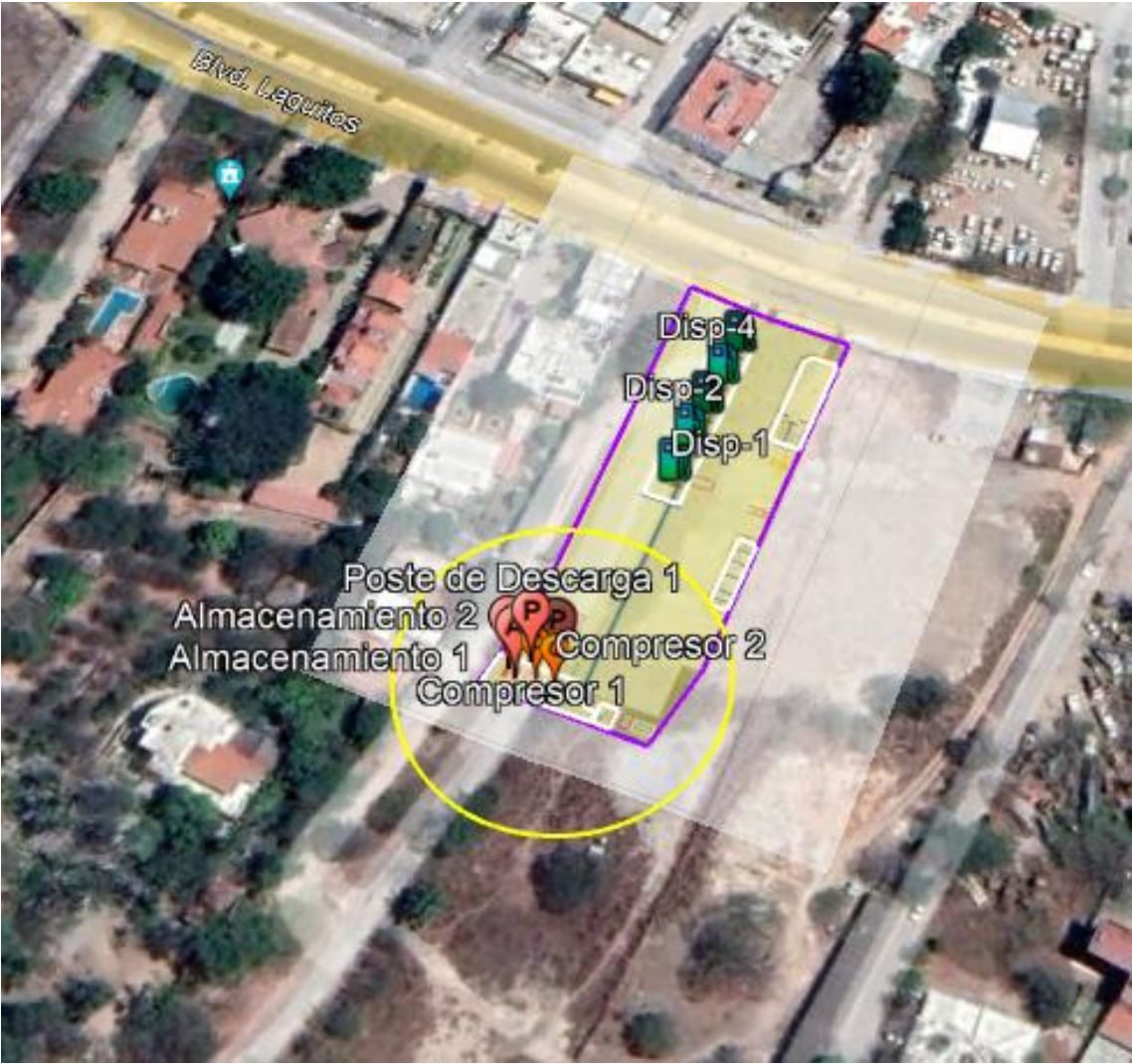


	Zona de alto riesgo: 35 m.
	Zona de amortiguamiento: 65 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: UVCE (Explosión nube de vapor).

Figura IV.6. Escenario CA-1. UVCE Explosión nube de vapor.



	Zona de alto riesgo: no se excede el lime 1 psi.
	Zona de amortiguamiento: 37 m.

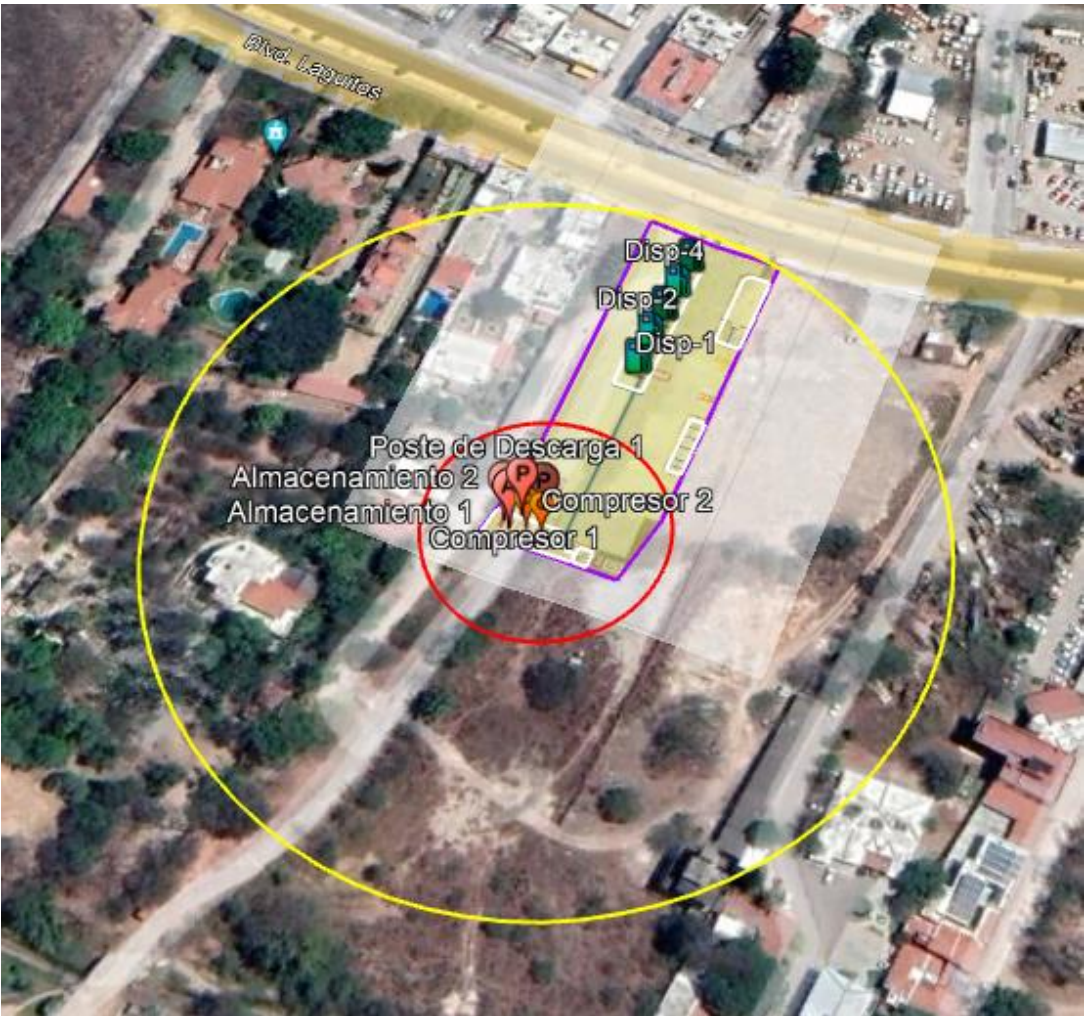
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Escenario

Liberación de Gas Natural Comprimido causado por perdida de integridad mecánica en la línea de succión de gas de proceso de 6" Ø diámetro de la fuga 3".

Clase de evento: FLAM Flash Fire

Figura IV.7. Escenario CMP-1. FLAM Flash Fire.



	Zona de alto riesgo: 34 m.
	Zona de amortiguamiento: 109 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: CHOF (Jet fire)

Figura IV.8. Escenario CMP-1. CHOF Jet Fire.

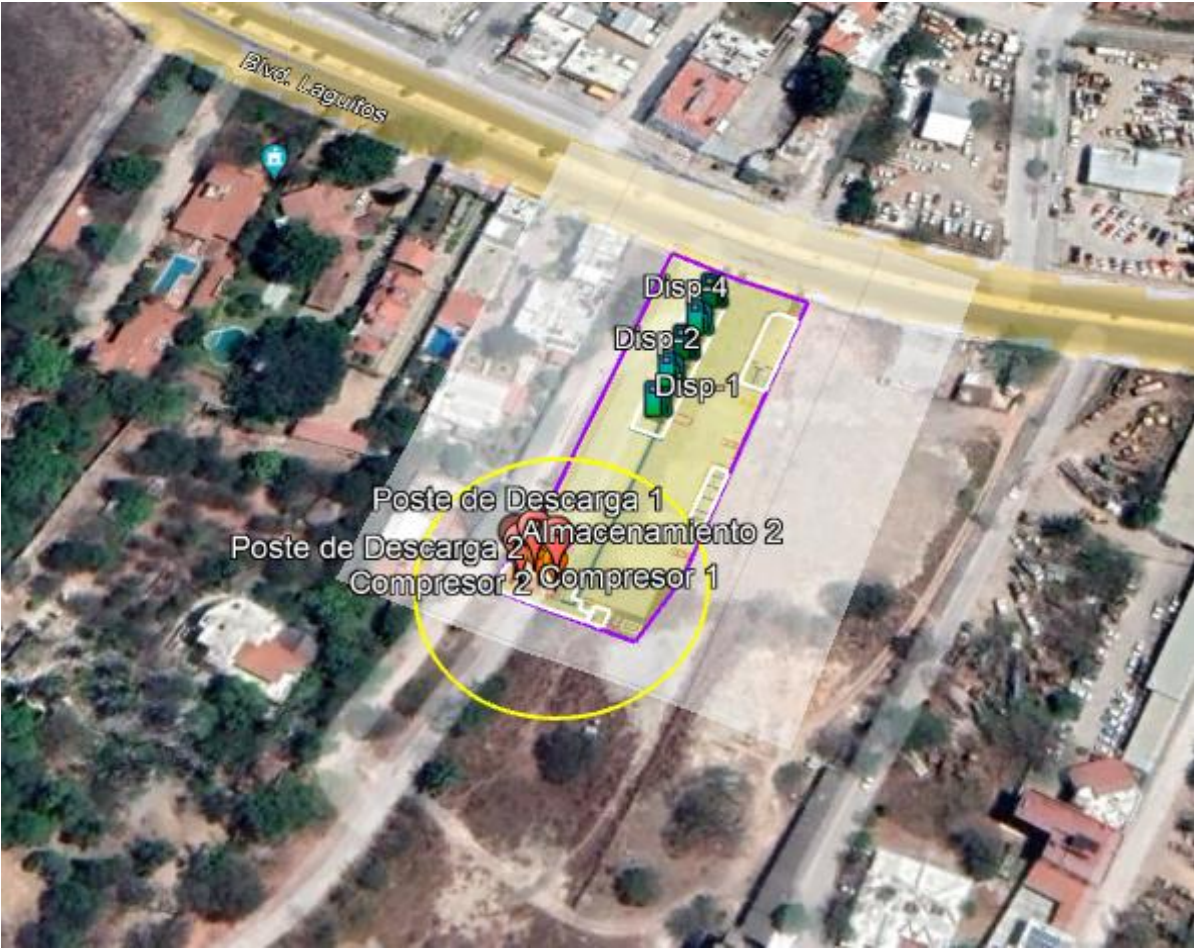


	Zona de alto riesgo: 33 m.
	Zona de amortiguamiento: 61 m.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Clase de evento: UVCE (Explosión nube de vapor).

Figura IV.9. Escenario CMP-1. UVCE Explosión nube de vapor



	Zona de alto riesgo: no se excede el lime 1 psi.
	Zona de amortiguamiento: 37 m.

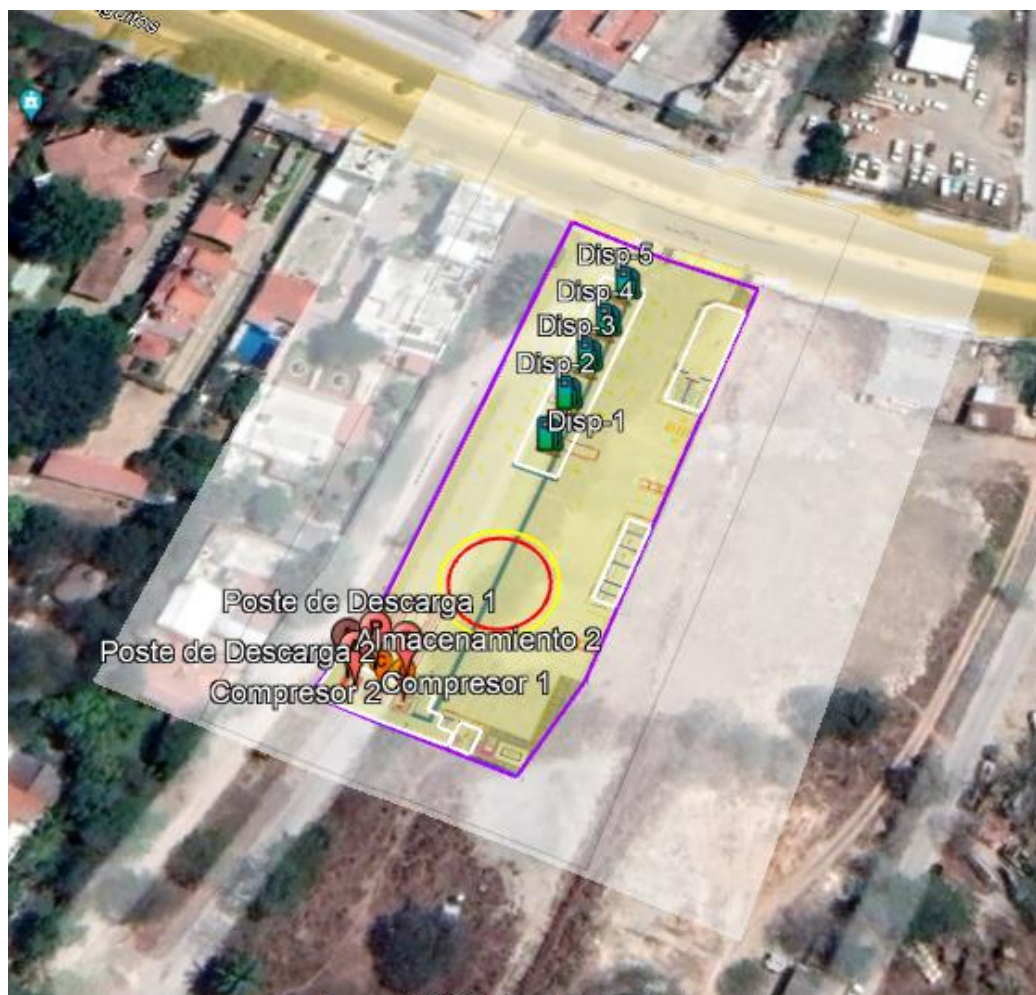
	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR “LAGUITOS” EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

Escenario

Liberación de Gas Natural Comprimido causado por golpes en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 1”

Clase de evento: CHOF (Jet fire)

Figura IV.10. Escenario CA-2. CHOF Jet Fire.



	Zona de alto riesgo: < 10 m.
---	--

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

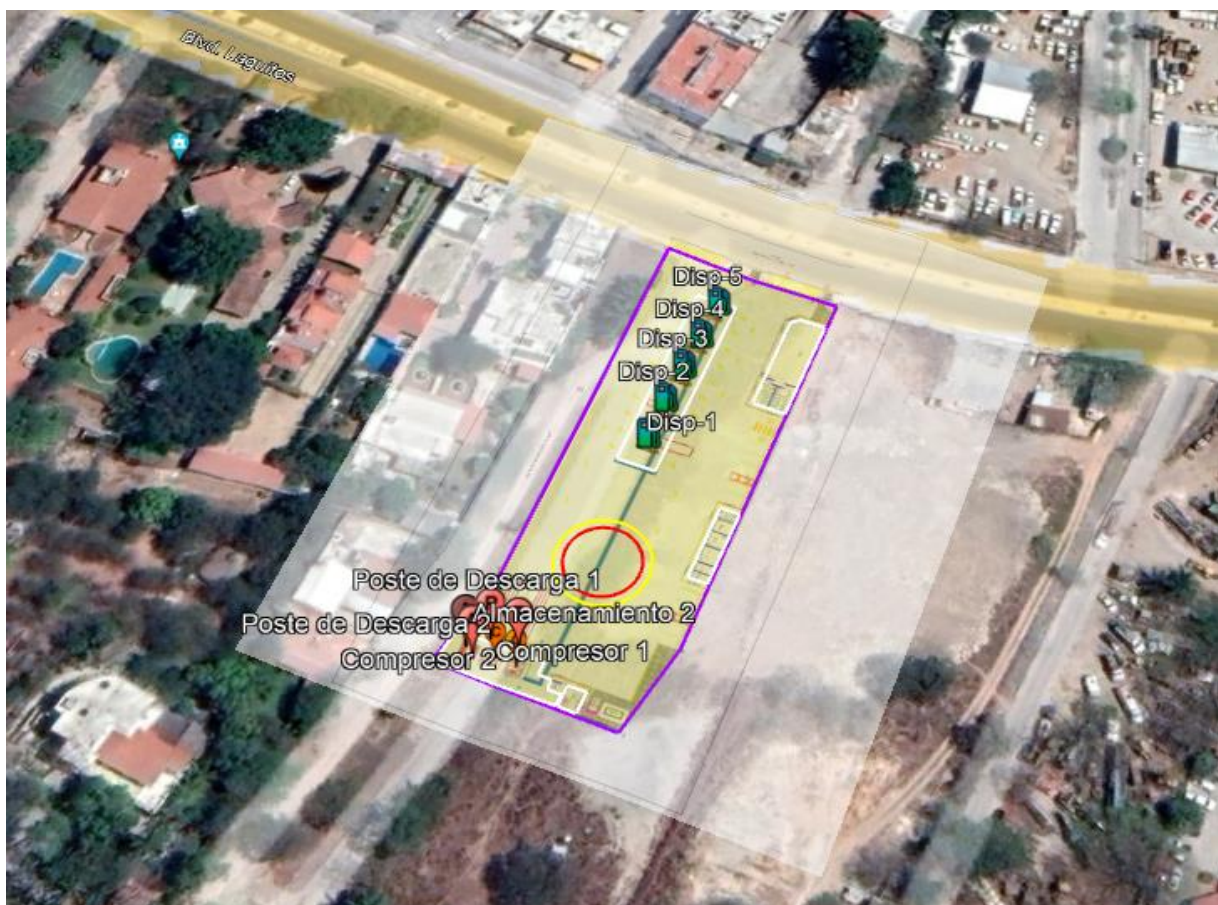
	Zona de amortiguamiento: 11 m.
--	---------------------------------------

Escenario

Liberación de Gas Natural Comprimido causado por corrosión en línea de descarga de recinto de compresión o paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de fuga 0.5”.

Clase de evento: CHOF (Jet fire).

Figura IV.11. Escenario CMP-2. CHOF Jet Fire.



	Zona de alto riesgo: < 10 m.
--	--

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	--

	Zona de amortiguamiento: 10 m.
--	--------------------------------

IV.5. Análisis de riesgo.

De acuerdo a los radios de afectación obtenidos mediante la simulación con el Software ALOHA y a la ubicación que tendrá la instalación, dentro de la zona de alto riesgo para todos los eventos planteados, no se localizarán instalaciones o equipos que se dediquen a las actividades industriales o altamente riesgosas. En caso de presentarse un evento de riesgo mayor, la infraestructura afectada sería la correspondiente a la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “Laguitos” de la empresa VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V.

IV.6. Sistemas de seguridad.

IV.6.1. Recomendaciones técnico-operativas.

A continuación, se listan las recomendaciones emitidas en el presente estudio

Tabla IV.26.- Recomendaciones técnicas-operativas derivadas de la reunión HAZOP.

No.	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R01	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración de los indicadores de presión.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R02	Presentar certificados de calidad de los materiales de tuberías, bridas, espárragos y empaques; así como de especificaciones de los instrumentos y las válvulas de proceso y control.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R03	Presentar reportes de mantenimiento y calibración de las válvulas de exceso de flujo (EFV), [válvulas de relevo de presión (PSV) y válvulas de corte tipo ON/OFF (SDV).	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R04	Presentar los reportes de resultados de exámenes radiográficos y pruebas hidrostáticas de los circuitos de tubería y equipos de proceso.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R05	Presentar evidencia de personal capacitado y adiestrado para actividades de Operación, Mantenimiento y Respuesta a emergencias en sistemas de compresión de gas.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

No.	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R06	Presentar evidencias del protocolo de comunicación entre personal operativo del proveedor del gas natural y VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V., para el informe del monitoreo de las condiciones operativas y atención a emergencias.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R07	Mantener la identificación de válvulas, equipos e instrumentos del sistema de compresión en sitio.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R08	Elaborar y difundir a todo el personal el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE).	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R09	Realizar simulacros operacionales de acuerdo al Protocolo de Respuestas a Emergencias.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R10	Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R11	Dar cumplimiento al programa de mantenimiento del Sistema de Paro de Emergencia.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R12	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración del sistema de detección de gas.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R13	Mantener en condiciones de confiabilidad operativa el Sistema de Detección Electrónica de Mezclas Explosivas (SDEF) y Calibración de las alarmas en los detectores.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R14	Cumplir con el programa de revisión y mantenimiento del equipo contra incendios (extintores).	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

No.	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R15	Cumplir con el programa de mantenimiento predictivo/preventivo a paquete de compresión (vibración, termografía, inspección con ultrasonido y líquidos penetrantes, análisis del aceite y anticongelante).	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R16	Seguimiento con el programa de mantenimiento a sistema de enfriamiento	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R17	Cumplir programa de mantenimiento de los compresores de aire.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R18	Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Estación de Servicio.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R19	Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R20	Establecer comunicación efectiva entre personal administrativo y operativo para la correcta atención de emergencias.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R21	Elaborar y difundir al personal, el procedimiento de investigación de incidentes y accidentes.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R22	Elaborar procedimientos operativos de inspecciones a la instalación de acuerdo a las NOM-002-SECRE- 2010 y NOM-010-ASEA-2016.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

IV.2. - Sistemas de seguridad

Con el fin de cumplir con los requerimientos obligatorios que nos marca la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), para la operación segura y confiable de este tipo de infraestructura. Para el proyecto de la “Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Laguitos” en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas” de la Empresa VIRTUAL PIPELINES DE MÉXICO S.A.P.I. DE C.V.”, se tienen contemplados los siguientes elementos para salvaguardar el medio ambiente, así como la seguridad del personal e instalación.

Tabla IV.27.- Salvaguardas de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Laguitos”.

Concepto	A	B	C
1.- Sistemas y equipos.			
Sistema de Paro por Emergencia.	X	X	X
Sistemas de control de inventarios.	X		
Sistemas de monitoreo electrónico de fugas.	X		X
Sistema de venteo.	X		X
Red de tierras.			X
2.- Instalaciones.			
Alarma sonora/luminosa.	X		
Detectores de mezclas explosivas.	X		
Barda perimetral.	X		
Instalaciones eléctricas a prueba de explosión en áreas peligrosas.			X
3.- Accesorios.			
Válvulas de seguridad (SDV).		X	
Válvulas controladoras de presión (PCV).			X
Válvulas controladoras de flujo (FCV).			X
Válvula de retención (Check)			X
Medidor de flujo másico			X
Indicadores de presión (IP).			X
Indicadores de temperatura (IT).			X
Botones de paro de emergencias.		X	
4.- Procedimientos.			
Pruebas de hermeticidad de tanques y tuberías con sistemas fijos y móviles.	X		X
Programas de mantenimiento.	X		X
Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE).			X

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

- A) Protección al medio ambiente.
- B) Prevención de fugas.
- C) Seguridad.

IV.7.1. - Medidas preventivas.

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

Teniendo como principal objetivo minimizar los posibles riesgos derivados del manejo de gas natural en la Estación de Suministro, serán implementado diversos dispositivos de seguridad, entre los cuales destacan los siguientes para el proyecto:

- Válvulas de relevo de presión
- Válvulas de corte
- Válvulas de desfogue
- Discos de ruptura
- Monitoreo continuo de parámetros
- Dispositivos de seguridad en dispensarios
 - Mangueras de llenado
 - Mangueras de venteo
 - Válvulas breakaway
- Filtro de entrada y salida en compresor
- Sellos eléctricos a prueba de exposición
- Sistema de tierras de la estación
- Sistema de venteo de gas
- Paros automáticos de emergencia
- Detectores de mezclas explosivas (compresores)
- Accionadores de alarma audiovisual
- Señalética
 - No estacionarse
 - No fumar
 - Prohibido el paso, solo personal autorizado
 - Apagar el celular
 - Apagar el motor
 - No flama abierta
 - Alarma
 - Paro de emergencia
 - Extintor
 - Alto voltaje
 - Zona de riesgo
 - Usar equipo de seguridad
 - Ruta de evacuación

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

- Área de menor riesgo
- Velocidad máxima
- Sistema de seguridad contra incendios (de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010)
 - Extintores de polvo químico seco
 - Extintores de CO₂
 - Detectores de humo
- Sistema de pararrayos

IV.7.2 - Revaloración del riesgo ambiental.

Para este estudio se han identificado los escenarios de mayor impacto al personal y al negocio, por lo que se concluye que la principal causa es la falla de alguno o algunos de los elementos del Sistema de Almacenamiento, Sistema de Compresión o Sistema de Suministro, teniendo en la mayoría de los casos un punto de falla común, lo que disminuye su confiabilidad, y aunque se cuente con sensores redundantes, fuentes redundantes y procesador redundante, esto aumenta la disponibilidad y confiabilidad del sistema, pero no se sabe la reducción del riesgo que puede dar este sistema, por lo que aun cuando la EDS “Laguitos” cumple con las distancias de seguridad señaladas en la NOM-010-ASEA-2016, se recomienda se realice un estudio de análisis de capas de protección que permitirá definir de manera semicuantitativa si se cuenta con las salvaguardas independientes, específicas y suficientes para los escenarios de mayor criticidad, que en este estudio se considera como el “Peor Caso”

El análisis de riesgo de proceso realizado mediante la metodología HAZOP (Hazard and Operability), al ser una técnica cualitativa depende en su mayoría de la experiencia del personal que participa dentro de las reuniones de trabajo, lo cual constituye que el decidir si el riesgo es tolerable con las salvaguardas existentes es meramente cualitativo, por lo que no es posible determinar la reducción de riesgo mediante estas técnicas; en la mayoría de las ocasiones es necesario apoyarse de técnicas semicuantitativas o cuantitativas si se desea conocer la reducción de riesgo de cada uno de los escenarios; para ello es necesario que el cliente determine su rango de riesgo tolerable y/o que se apliquen las normas internacionales en materia de seguridad funcional en el desarrollo del proyecto.

El objetivo del estudio de Análisis de Capas de Protección será determinar si existen suficientes capas de protección para controlar o reducir los escenarios de riesgos obtenidos en el análisis de consecuencias elaborado para la EDS “Laguitos” y considerado como el “Peor Caso”, el cual puede requerir la implementación de una o más capas de protección dependiendo de la severidad de las consecuencias potenciales. Lo anterior, se basa en los resultados obtenidos del análisis de riesgos elaborado mediante la metodología HAZOP al Proyecto.

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	--	--

IV.8. CONCLUSIONES.

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

1. Las etapas que comprende el proyecto cumplirán con la normatividad en materia de seguridad industrial, operación y mantenimiento para evitar riesgos al personal, a la población aledaña y al ambiente.
2. El proyecto fue diseñado con códigos, especificaciones y normas nacionales e internacionales de diseño de equipos y tuberías aplicables y en base a los Requisitos Mínimos de Seguridad señaladas en la NOM-010-SECRE-2002 y NOM-010-ASEA-2016.
3. De acuerdo a las variables climatológicas para el área de proyecto, los efectos meteorológicos adversos no representan un factor determinante de riesgo para la operación y mantenimiento de la Estación de Servicio.
4. El estudio realizado a la Estación de Servicio “Laguitos”, nos llevó a la identificación de escenarios de riesgos que requieren que se realicen acciones para disminuir el riesgo.
5. A partir de la aplicación de la Técnica HAZOP, se analizaron 4 Nodos y se propusieron un total de 22 recomendaciones. Las recomendaciones emitidas por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), están fundamentadas en la normatividad actual y en las buenas prácticas de ingeniería y están enfocadas a la disminución del peligro durante la operación del Proyecto de “Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido “Laguitos”.
6. La técnica aplicada para la identificación de los escenarios de riesgo, fue la metodología Análisis de Peligro y Operabilidad (HAZOP), la cual es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la Operación de la Estación de Servicio, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes. Los resultados de esta metodología durante la reunión multidisciplinaria se incluyen en el Anexo **ER.2.**
7. Para calcular el valor de riesgo ambiental, se determinaron los valores de frecuencia y consecuencia de manera cuantitativa, utilizando como base una Matriz de Riesgo 6 x 6 que fue tomada del procedimiento “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de Procesos con las técnicas: HAZOP y Análisis de Consecuencias”, con el objetivo de valorar cada situación de riesgo identificado. La Matriz para medir el riesgo se formó con dos variables:
 - a) Probabilidad de liberación de la sustancia (gas natural comprimido).
 - b) Severidad de las consecuencias en caso de liberación de la sustancia (gas natural comprimido) y sus repercusiones al Personal, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

Al multiplicar estas dos variables se obtiene un valor que además de representar el riesgo, permite determinar las situaciones de riesgo de mayor severidad.
8. Se desarrolló el análisis de consecuencias mediante el Software ALOHA, para los escenarios de riesgo (Peor Caso, Caso Mas Probable y Caso Alterno), simulando los eventos de incendio (inflamabilidad) y explosión (Sobrepresión). Posteriormente se representaron los radios de afectación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, en ortomapas con imágenes satelitales obtenidas a través de la fuente Google Earth.
9. Los riesgos que pueden presentarse durante la Operación de la Estación de Servicio, son una

	ESTUDIO DE RIESGO PROYECTO “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS”	ELABORADOPOR: B + F AMBIENTAL
---	---	---

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

10. Todos los escenarios de riesgos descritos en el presente estudio son hipotéticos y corresponden a eventos de pérdida de contención, en los cuales se plantea que se fuga la sustancia y que esta encuentra una fuente de ignición.
11. **Se concluye que el proyecto denominado: “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "LAGUITOS" EN TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS” ubicada en Carretera Tuxtla Chicoasen No 2251, Colonia Juan Crispín, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas, propiedad de la empresa Virtual Pipelines de México, S.A.P.I. de C.V. es ACEPTABLE en materia de riesgo ambiental, ya que de acuerdo al presente Estudio de Evaluación de Riesgo Ambiental tiene un índice de Riesgo Aceptable en las condiciones de operación con las que se pretende poner en funcionamiento (debiendo proporcionar atención indicada a las medidas de seguridad y/o controles, además de seguir y cumplir los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritas en el presente Estudio de Riesgo), ya que la frecuencia o probabilidad con la que pueden presentarse eventos de riesgos mayores (golpes con agentes externos) en el área de compresión, sistema de almacenamiento o tuberías son remotos, por lo tanto, esto disminuye el índice de riesgo.**