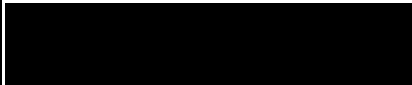


MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

K-1-2-B-SS-SE-AE-001

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**

APROBACIÓN	
Fermaca Pipeline El Encino S. de R.L. de C.V.	
Sergio Eligio Sánchez Cruz Coordinador de Riesgo	
	

NOMBRE DE PERSONA FÍSICA, ART. 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y ART.
113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

0	Aprobado para ingreso a ASEA	AOZV	SESC	JEES	22/04/19
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA

REVISIONES DEL DOCUMENTO

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	7
2. ALCANCE.	8
3. DEFINICIONES.	9
4. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.	13
4.1. Descripción del proyecto y/o instalación.	13
4.1.1. Proyecto y/o instalación.	13
4.2. Descripción detallada del proceso.	17
4.2.1. Etapas de Proceso.....	17
4.3. Descripción de Sistemas de Seguridad.....	19
4.3.1. Sistema de Detección y Alarmas de Fuego y Gas.....	19
4.4. Descripción del entorno.	22
4.4.1. Ubicación de la instalación.....	22
4.4.2. Limitaciones de la instalación.	24
4.4.3. Clima.	25
4.4.4. Viento.....	27
4.4.5. Datos topográficos y sísmicos.	28
4.5. Análisis preliminar de riesgo.	47
4.5.1. Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares.	47
4.5.2. Lista de verificación.....	51
4.6. Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos.	52
4.6.1. Análisis cualitativo de riesgo.....	52
4.6.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.	52
4.6.1.2. Jerarquización de escenarios de riesgos.	72
4.6.2. Análisis cuantitativo de riesgos.....	80
4.6.2.1. Análisis detallado de frecuencias.	80
4.6.2.2. Análisis detallado de consecuencias.	88
4.6.2.3. Representación en planos de los resultados la simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación).	124
4.6.3. Análisis de riesgo.....	124
4.6.3.1. Reposicionamiento de escenarios de riesgo.	124
4.6.3.2. Análisis de vulnerabilidad.....	128

4.6.4. Determinación de medidas de reducción de riesgo adicionales para escenarios de riesgo no tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, tan bajo como sea razonablemente factible).....	134
4.6.4.1. Nivel integral de seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del proyecto y/o instalación. .	134
4.7. Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo.	135
4.8. Conclusiones y recomendaciones.	139
4.8.1. Listado de recomendaciones (medidas de control) emitidas en esta etapa.	143
5. REFERENCIAS.	146
6. PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.....	147
7. ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1.1-1. Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación.	15
Tabla 4.2.1-1. Condiciones de operación.	18
Tabla 4.4.1-1. Coordenadas de la instalación.	24
Tabla 4.3.2-1. Principales zonas colindantes de la instalación.	25
Tabla 4.4.3-1. Datos climáticos del sitio.	25
Tabla 4.4.5-1. Listado florístico del Matorral Desértico Micrófilo en el SAR y dentro del predio del proyecto. Fuente MIA.	39
Tabla 4.4.5-2. Especies de flora protegidas.	42
Tabla 4.4.5-3. Listado faunístico (hepertofauna). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; P: Predio del proyecto.	43
Tabla 4.4.5-4. Listado faunístico (aves). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; P: Predio del proyecto.	44
Tabla 4.4.5-5. Listado faunístico (mamíferos). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; R: Rastro; I: Informe de pobladores.	45
Tabla 4.4.5-6. Tabla VI.2.2-4 Especies protegidas. B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; A: Amenazada; Pr: Protección especial; *: Endémica.	47
Tabla 4.5.1-2. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.	50
Tabla 4.6.1.1-1. Palabras Guía más Utilizadas en la Metodología HazOp.	55
Tabla 4.6.1.1-2. Matriz de riesgos Fermaca.	62
Tabla 4.6.1.1-3. Descripción de las consecuencias.	62
Tabla 4.6.1.1-4. Personal participante en las sesiones.	64
Tabla 4.6.1.1-5. Número de identificación de nodos por la metodología HazOp.	65
Tabla 4.5.1.1-6. Número e Identificación de Subsistemas por la Metodología What if..?	67
Tabla 4.6.1.1-7. Resumen general de la aplicación de la metodología HazOp.	69
Tabla 4.6.1.1-8. Resumen General de la Aplicación de la Metodología What if?	70
Tabla 4.6.1.2-1. Tabla de clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo. .	72
Tabla 4.6.1.2-2. Descripción de las consecuencias.	73
Tabla 4.6.1.2-3. Matriz de riesgos Fermaca.	74
Tabla 4.6.1.2-4. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo.	74
Tabla 4.6.1.2-5. Escenarios de Riesgo identificados.	77
Tabla 4.6.1.2-6. Escenarios de Riesgo identificados.	79
Tabla 4.6.2.1-1. Frecuencia de Fallo para Tuberías de Proceso.	81

Tabla 4.6.2.1-2. Frecuencia de ocurrencia Resultantes de los Árboles de Fallos de los eventos identificados (y Resultados para tuberías cálculo directo).	82
Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.....	83
Tabla 4.6.2.2-1. Índices de mortalidad y lesiones presentadas por dispersión tóxica.	90
Tabla 4.6.2.2-2. Umbrales Olfativos y de Seguridad para Sustancias Químicas Peligrosas.	90
Tabla 4.6.2.2-3. Efectos Presentados a Diferentes Niveles de Radiación Térmica....	91
Tabla 4.6.2.2-4. Vulnerabilidad de Materiales.....	91
Tabla 4.6.2.2-5. Efectos del Flash Fire.....	92
Tabla 4.6.2.2-6 Criterios para Seleccionar el Nivel de la Explosión más Idóneo, Según Kinsella.....	95
Tabla 4.6.2.2-7. Tamaños de fuga sugeridos para tuberías.	98
Tabla 4.6.2.2-8. Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) para simular escenarios de riesgo por fugas de Gas Natural.	99
Tabla 4.6.2.2-9. Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) para simular escenarios de riesgo por fugas de Gas Natural en EC's/EMRyC	99
Tabla 4.6.2.2-10. Criterios para Asignar Tiempos de Fuga.	100
Tabla 4.6.2.2-11. Estabilidad atmosférica de Pasquill.....	101
Tabla 4.6.2.2-12. Criterios Ambientales para Simular.	101
Tabla 4.6.2.2-13. Criterios de Localización de los Eventos.	102
Tabla 4.6.2.2-14. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.....	102
Tabla 4.6.2.2-15. Composición del Gas Natural.	103
Tabla 4.6.2.2-16. Datos para el inventario y la tasa de descarga.	104
Tabla 4.6.3.1-1. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.	125
Tabla 4.6.3.2-1. Interacciones de Riesgos.....	128
Tabla 4.5.3.2-2. Descripción de los posibles receptores del Riesgo.	132
Tabla 4.7-1. Dispositivos de detección.....	135
Tabla 4.7-2. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.	137
Tabla 4.8-1. Escenarios de Riesgo identificados.....	139
Tabla 4.7.1-1. Recomendaciones emitidas aplicando la metodología HazOp.....	144
Tabla 6-1. Relación del Personal Participante.	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 4.3.1-1. Ubicación del predio (polígono rojo) de la.....	23
Estación de Compresión San Juan.	23
Figura 4.4.2-1. Radio de afectación de la instalación (500m).	24
Figura 4.3.3-1. Mapa general de zona de temperaturas.	26
Figura 4.3.3-2. Mapa general de clima, Estado de Chihuahua.....	27
Figura 4.3.4-2. Vientos Dominantes sobre la instalación.....	28
Figura 4.4.5-1. Zonas sísmicas.....	30
Figura 4.4.5-2. Fisiografía Estado de Chihuahua.....	31
Figura 4.4.5-3. Regiones potenciales de deslizamiento de laderas.	32
Figura 4.4.5-4. Fallas y fracturas en el SAR del proyecto.	33
Figura 4.4.5-5. Suelos en el SAR del proyecto.....	34
Figura 4.4.5-6. Litología de la zona del proyecto.....	36
Figura 4.4.5-7. Tipos de vegetación en el predio predio (MDM: Matorral Desértico Micrófilo. PI: Pastizal Inducido).	41
Figura 4.6.1.2-1. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología HazOp, Riesgo inherente).	75
Figura 4.6.1.2-2. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología What if?, Riesgo inherente).	76
Figura 4.7-1. Distribución de dispositivos de detección de gas y fuego y alarmas – Fase 1 (Área EC. San Juan).	135
Figura 4.8-1. Escenario E.03 (Jet Fire)	141
Figura 4.8-2. Escenario E.04 (Jet Fire)	142
Figura 4.8-3. Escenario E.09 (Jet Fire)	142

1. OBJETIVO.

El principal objetivo es llevar a cabo un estudio de Análisis de Riesgo Sector Hidrocarburos del proyecto denominado "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", para lo cual se tiene contemplado llevar a cabo la aplicación de los siguientes objetivos:

- Identificar los riesgos de proceso, referente al recibo, almacenamiento y distribución de Combustibles en las instalaciones del proyecto denominado "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", mediante el uso de las metodologías de identificación de peligros como son el HazOp y/o What if? (Qué pasa sí...?).
- Jerarquizar los riesgos identificados mediante el uso de una matriz de riesgos, clasificando los riesgos como Riesgo Tolerable, Riesgo Aceptable, pero con controles adicionales (ALARP) o Riesgo No tolerable.
- Plantear escenarios de riesgo o postulados de las desviaciones clasificadas como Riesgos No Aceptable y No tolerables que involucren pérdida de contención de Gas Natural.
- Evaluar cuantitativamente las frecuencias de ocurrencia de los escenarios de riesgo planteados.
- Evaluar cuantitativamente los efectos físicos (consecuencias) asociados a los postulados de los accidentes identificados, mediante el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) versión 8.2.
- Elaborar una lista de recomendaciones encaminadas a disminuir el nivel de riesgo del proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**".

2. ALCANCE.

El presente Análisis de Riesgo involucra los siguientes alcances:

- El presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso tomará como referencia para su desarrollo la Guía Para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), la normatividad mexicana aplicable y en estándares internacionales.
- La identificación de riesgos del presente estudio de Análisis de Riesgo de Proceso, tomó como referencia lo establecido en la Norma IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad".
- La Evaluación de Consecuencias de los eventos de mayor riesgo, será por medio del software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) en su versión 8.2.

3. DEFINICIONES.

Los términos más usados en este estudio se definen a continuación:

Accidente:

Evento o combinación de eventos no deseados e inesperados que tienen consecuencias tales como lesiones al personal, daños a terceros en sus bienes o en sus personas, daños al medio ambiente, daños a instalaciones o alteración a la actividad normal del proceso.

Ambiente:

Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y el desarrollo de la vida, en un espacio y tiempo determinados.

Análisis de Riesgos:

Conjunto de técnicas que consisten en la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales), fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias a los empleados, a la población, al ambiente, a la producción y/o a las instalaciones.

BLEVE:

("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición. **Este escenario final no se simula, debido a la naturaleza de la sustancia manejada en el proceso de la Estación de Compresión San Juan.**

Consecuencia:

Resultado real o potencial de un evento no deseado, medido por sus efectos en las personas, en el ambiente, en la producción y/o instalaciones, así como la reputación e imagen.

Escenario de riesgo:

Determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas potencialmente afectables.

Evento:

Suceso relacionado a las acciones del ser humano, al desempeño del equipo o con sucesos externos al sistema que pueden causar interrupciones y/o problemas en el sistema. El evento es causa o contribuyente de un incidente o accidente o, es también una respuesta a la ocurrencia de un evento iniciador.

Exposición.

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

Frecuencia:

Número de ocasiones en que puede ocurrir o se estima que ocurra un evento en un lapso de tiempo.

Identificación de riesgos:

Determinación de las características de los materiales y sustancias y las condiciones peligrosas de los procesos e instalaciones, que pueden provocar daños en caso de presentarse una falla o accidente.

IDLH:

("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m³), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud

Impacto:

Efecto probable o cierto, positivo o negativo, directo o indirecto, reversible o irreversible, de naturaleza social, económica y/o ambiental que se deriva de una o varias acciones con origen en las actividades industriales.

Incidente:

Evento no deseado, inesperado e instantáneo, que puede o no traer consecuencias al personal y a terceros, ya sea en sus bienes o en sus personas, al medio ambiente, a las instalaciones o alteración a la actividad normal de proceso.

Instalación:

Conjunto de estructuras, equipos de proceso y servicios auxiliares, entre otros, dispuestos para un proceso productivo específico. Jerarquización. Ordenamiento realizado con base en criterios de prioridad, valor, riesgo y relevancia el cual se realiza con el propósito de identificar aquellas actividades de mayor importancia que pueden afectar la operación de la instalación.

Mitigación:

Conjunto de actividades destinadas para disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un accidente.

Nodo:

Secciones con fronteras bien definidas en las que es dividido el proceso para analizar las variables del mismo de manera individual.

Peligro:

Es toda condición física o química que tiene el potencial de causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente.

Pérdida de contención:

Fuga o salida no controlada de material peligroso, provocada por una falla en alguna parte o componente de las instalaciones (recipientes, tuberías, equipos u otros).

Prevención:

Conjunto de medidas tomadas para evitar un peligro o reducir un riesgo.

Proceso:

Conjunto secuencial interrelacionado de actividades y recursos que transforman insumos en productos, agregándoles valor.

Riesgo:

Peligros a los que se expone el personal. Combinación de la probabilidad de que ocurra un accidente y sus consecuencias.

Sistemas de seguridad (para protección de equipos y/o instalaciones):

Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

TLV (15 min, STEL):

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

TLV (8 h, TWA):

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

Vulnerabilidad:

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

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:

Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente.

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:

Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

4. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

4.1. Descripción del proyecto y/o instalación.

La EC San Juan, funcionará como un sistema de compresión intermedia en el Gasoducto El Encino-La Laguna, mismo que a su vez forma parte de la red de Transporte de Gas Natural diseñada para satisfacer la futura demanda de Gas Natural en el occidente del país.

La EC San Juan recibe el Gas Natural del Gasoducto EL Encino- La Laguna de 42" NPS (TP-3100 al TP3101), para su compresión y envío a través a los siguientes puntos de entrega:

- EMRyC León Guzman
- EMRyC El Encino-Cenagas
- Gasoducto La Laguna – Aguascalientes

La EC San Juan considera la operación de un tren de compresión, en función del flujo a ser transportado, manteniendo siempre un tren de compresión como respaldo. La capacidad máxima de operación es de 1443 MMPCSD con una configuración de 1 compresor operando y 1 en espera.

4.1.1. Proyecto y/o instalación.

El alcance del proyecto comprende el diseño, montaje, construcción de la Estación de Compresión San Juan se ubicará en Allende, Estado de Chihuahua. La Estación de Compresión contará con una capacidad de compresión de 1443 MMPCSD, teniendo un arreglo de (1+1) compresores, con un aerofriador dedicado por compresor, y todos los servicios auxiliares requeridos para su correcto funcionamiento. El monitoreo y control de la Estación de Compresión San Juan se realiza desde el Sistema de Control Distribuido (SCD) de la Estación el cual envía y recibe señales desde los tableros y PLCs (Panel de Control Local) de los Turbocompresores y equipos paquetes. Adicionalmente se podrá realizar el monitoreo y control de funciones específicas desde el Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA).

La Estación de Compresión San Juan considera los siguientes sistemas:

- Sección de Proceso de la Estación de Compresión:
 - Sistema de Filtración de gas natural.
 - Sistema de Compresión del gas natural.
 - Sistema de Enfriamiento de gas natural (Aerofriadores dedicados).
- Sección de Servicios de la Estación de Compresión
 - Sistema de Condensados
 - Sistema de gas combustible
 - Sistema de aire comprimido.
 - Sistema de agua de servicios.
 - Sistema del Generador de Emergencia.
 - Sistema de carga y descarga de aceite de lubricación y de desecho.

- Sistema de recolección de drenaje aceitoso.
- Sistema de almacenamiento y suministro de diésel para el Generador de Emergencia.
- Sistema eléctrico.
- Sistema de protección catódica (SCP)
- Sistema de Control Distribuido (SCD).
- Sistema de Paro por emergencia (SPE).
- Sistema de Fuego y Gas (SFG).
- Sistema de telecomunicaciones.

En la siguiente tabla se describe las características de los equipos de proceso principales y auxiliares.

Tabla 4.1.1-1. Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación.

TAG	DESCRIPCIÓN	TIPO	DTI	CAPACIDAD DE DISEÑO	POTENCIA NOMINAL	SUMINISTRO ELÉCTRICO	CONDICIONES DE OPERACIÓN		CONDICIONES DE DISEÑO		DIMENSIONES				MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	PESO DEL EQUIPO KG (TON) PESO DE OP MÁ
					KW (HP)	V / PH / HZ	PRESIÓN KPA G (PSIG)	TEMPERATURA °C (K)	PRESIÓN KPA G (PSIG)	TEMPERATURA °C (K)	LONGITTD (MM)	ANCHO (MM)	ALTO (MM)	DIÁMETRO (MM)		
ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN																
BN-3050/3051/3052	BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE	NEUMÁTICA/ DOBLE DIAFRAGMA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-010	1.12x10 3(67 L/min) -m3/s	--	--	DES: 248 (36)	38 (311)	689.5 (100)	93 (366)	268.29	260.35	409.5		ASTM A351 CF8M	20 (0.020)
BN-3080/3081	BOMBA DE DRENAJE ACEITOSO	NEUMÁTICA/ DOBLE DIAFRAGMA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-011	3.33x103 (200 L/min) - m3/s	--	--	DES: 241.3 (35)	19.4 (293)	689.5 (100)	93 (366)	316	422	635		ASTM A351 CF8M	43 (0.043)
BN-3040	BOMBA DE ACHIQUE	NEUMÁTICA/ DOBLE DIAFRAGMA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003	1.39x10 3(83.3 L/min) m3/s	--	--	DES: 200 (29)	19.4 (293)	689.5 (100)	93 (366)	268.3	260.35	409.6		ASTM A351 CF8M	20 (0.020)
CO-3060/3061	COMPRESOR DE AIRE	ROTATORIO LIBRE DE ACEITE	K-E-3-BC-IN-PR-DI-008	675 Nm3/h	150 (200)	480/3/60	DES (max): 1034 (150)	DES (max): 60 (333)	1724 (250)	93 (366)	3205	1588	2371		GG20 Din 1691	3460 (3.460)
EC-3130 EC-3140	AEROENFRIADORES DE GAS	TIRO FORZADO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-005	722 MMPCSD 1470 kcal/s	--	480/3/60	ENT: 8687 (1125)	ENT: 65 (338)	10480 (1520)	120 (393)	--	--			--	--
FS-3105 FS-3115	FITLRO SEPARADOR	CICLÓNICO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003	750 MMPCSD	--	--	7260 (1056)	30 (297)	9928 (1440)	50 (323)	3048	--		1372	SA-516 Gr. 70	14166 (141.66)
HE-3060	CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA DE SERVICIOS	ELÉCTRICO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-012		4 (5.4)	480/3/60	ATM	8-10 (281-283)	HIDROSTÁTICA	65 (338)	711	--			SA-182 F 304L	20 (0.020)
SA-3065/3066	PAQUETE SECADOR DE AIRE	TORRES EMPACADAS CON DESDECANTE EN FRÍO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-008	555 Nm3/h	--	--	DES (max): 1034 (150)	DES (max): 60 (333)	1379 (200)	93.3 (366)	1487	1042.9	2095.5		SA-414 (CUERPO) SA-516 (TAPAS)	890 (0.890)
TA-3040	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	VERTICAL ATMOSFÉRICO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-012	12 m3 (12000 L)	--	--	ATM	21 (294)	HIDROSTÁTICA	65 (338)	2600 (T-T)			2440	CON FIBRA DE VIDRIO (FRP) PLASTICO REFORZADO	10600 (10.6)
TA-3070	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	VERTICAL	K-E-3-BC-IN-PR-DI-008	7.05 m3 (7048 L)	--	--	1034 (150)	60(333)	1379 (200)	93 (366)	3355.6 (T-			1524	ACERO AL CARBÓN SA-516 Gr 7	2790 (2.790)
TA-3071	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	VERTICAL	K-E-3-BC-IN-PR-DI-008	4.03 m3 (4032 L)	--	--	1034 (150)	60(333)	1379 (200)	93 (366)	3049.6 (T-T)			1219.2	ACERO AL CARBÓN SA-516 Gr 70	1828 (1.826)
TC-3040	TANQUE DE CONDENSADOS	CILÍNDRICO HORIZONTAL	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003	4.19 m3 (4190 L)	--	--	ATM	24 (297)	689.5 (100)	50 (323)	3150 (T-T)			1225	SA-516 Gr. 70	7924 (7.924)
TCG-3110 / TCG-3120 PAQUETES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL																
TCG-3110	PAQUETE DE COMPRESIÓN DE GAS	CENTRÍFUGO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-004	1443 MMPCSD	14914 (20,000)	--	DES: 8080.6-8673.6 (1172 - 1258)	DES: 38-62 (312 – 335)	10480 (1520)	120 (393)	18024	6287	15000	--	TStE355 A350 Gr. LF9 - Carcaza X3CrNiMo13-4 A185 Gr. F6NM - Impulsor 42CrMo4 A322 Gr. 4140 - Flecha A516 Gr.65 - Diafragmas 3CrNiMo 13-4 - Pistón de Equilibrio	115753 (115.753)
TCG-3120	PAQUETE DE COMPRESIÓN DE GAS	CENTRÍFUGO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-004	1443 MMPCSD	14914 (20,000)	--	DES: 8080.6-8673.6	DES: 38-62 (312 – 335)	10480 (1520)	120 (393)	18024	6287	15000	--	TStE355 A350 Gr. LF9 - Carcaza X3CrNiMo13-4	115753 (115.753)

Tabla 4.1.1-1. Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación.

TAG	DESCRIPCIÓN	TIPO	DTI	CAPACIDAD DE DISEÑO	POTENCIA NOMINAL	SUMINISTRO ELÉCTRICO	CONDICIONES DE OPERACIÓN		CONDICIONES DE DISEÑO		DIMENSIONES				MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	PESO DEL EQUIPO KG (TON) PESO DE OP MÁ
					KW (HP)	V / PH / HZ	PRESIÓN KPA G (PSIG)	TEMPERATURA °C (K)	PRESIÓN KPA G (PSIG)	TEMPERATURA °C (K)	LONGITTD (MM)	ANCHO (MM)	ALTO (MM)	DIÁMETRO (MM)		
							(1172 - 1258)								A185 Gr. F6NM - Impulsor 42CrMo4 A322 Gr. 4140 - Flecha A516 Gr.65 - Diafragmas 3CrNiMo 13-4 - Pistón de Equilibrio	
PKH-445 PAQUETE HIDRONEUMÁTICO																
BC-3046/3047	BOMBA DE AGUA DE SERVICIOS	CENTRÍFUGA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-012	1.67x10-3 m3/s (100 L/min)	5.6 (7.5)	480 / 3 / 60	620.5 (90)	19 (292)	1034 (150)	93 (366)	3344	1520	2641	--	HIERRO FUNDIDO ASTM A48	2630 (2.630)
TH-3045	TANQUE HIDRONEUMÁTICO	VERTICAL	K-E-3-BC-IN-PR-DI-012	1.2 m3	--	--	620.5 (90)									905
PA-400 PAQUETE DE ACONDICIONAMIENTO DE GAS COMBUSTIBLE																
FGC-3020	FILTRO DE GAS COMBUSTIBLE	COALESCEDOR DE ALTA EFICIENCIA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-007	5.55 MMPCSD	--	--	48.75 (707)	24 (707)	9928(1440)	50 (323)	12000	3200	3491	--	SA-106 Gr. C	8464.56 (8.464)
HE-3030/3040/3050	CALENTADOR ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	K-E-3-BC-IN-PR-DI-007	--	9 (12)	480 / 3 / 60	SAL: 2800 (406)	SAL: 12 (28)	3300 (478.6)						SA-105 / SA-106 Gr. B	
FE-3004/3014	TREN DE MEDICIÓN DE FLUJO	TURBINA	K-E-3-BC-IN-PR-DI-007	5.55 MMPCSD	--	--	48.75 (707)	24 (707)	9928 (1440)						ASTM A106 Gr. B	
PV-3009/3019	PATÍN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN	REGULACIÓN DE PRESIÓN	K-E-3-BC-IN-PR-DI-007	5.55 MMPCSD	--	--	48.75 (707)	24 (707)	9928 (1440)						ASTM A106 Gr. B	

4.2. Descripción detallada del proceso.

4.2.1. Etapas de Proceso

Punto de recepción de Gas Natural

Se recibe gas natural en el punto de interconexión TP-3100 con el Gasoducto Tula – San Juan a través de la línea 42"-GN-3100-D5A1. En la línea de entrada de gas natural a la estación se encuentran instalados los siguientes disparos (o líneas), válvulas e instrumentos:

- Válvula de corte XV-3102, es el bypass de la estación y permite el flujo del gas natural al gasoducto El Encino–La Laguna. En operación normal, esta válvula se encuentra en posición cerrada; solo en caso de que la compresión del gas no sea requerida, esta válvula permanecerá abierta. La apertura y cierre de esta válvula es de forma manual por el operador. La falla de la válvula a falta de suministro de gas natural es en su última posición.
- Válvula de paro SDV-3120, localizada en la línea 42"-GN-3200-D5A1. Es la válvula de ingreso a la estación de compresión y está controlada por el Sistema de Paro por Emergencia (SPE) como primario y como secundario por el sistema de control distribuido (SCD). En operación normal, esta válvula se encuentra abierta para permitir el flujo de gas natural al sistema de filtración y posteriormente a su compresión y enfriamiento (si requerido). La falla de la válvula a falta de suministro de gas natural es a falla cierra. Esta válvula en conjunto con las válvulas SDV-3128 y SDV-3129 (localizadas en la salida de la estación, línea 36"-GN-3121-E6A2, y en la línea de gas combustible 4"-GC-3150-D5A2, con toma corriente arriba de la SDV-3120) aíslan la estación del gasoducto cuando el SPE es activado, y deberán de permanecer cerradas en caso de que no se requiera la compresión del gas
- Válvula de carga de la estación XV-3121. Localizada en el bypass de 4", línea 4"-GN-3204-D5A2, de la válvula SDV-3120, se utiliza para presurizar la parte de entrada y filtración de la Estación de Compresión hasta las SDV's de entrada a los compresores, SDV-3123/3106; es controlada a través del SCD. La falla de la válvula a falta de suministro de gas natural es a falla cierra. Por medio del PDIT-3121 se mide la diferencia de presión a través de la válvula XV-3120, y cuando la presión diferencial sea igual a cero, la válvula de entrada a la estación SDV-3120 tendrá el permisivo de abrir. De esta manera se habrá presurizado la entrada y filtro. Después de abrir la SDV-3120, se cierra la XV-3121
- Válvula de Venteo BDV-3180, localizada en la línea 8"-GN-3205-D5A2. Esta válvula es activada mediante el SPE para ventear la sección de entrada de la estación, desde la SDV-3129 hasta la SDV-3126 y SDV-3106. La válvula es controlada por el SPE. La falla de la válvula a falta de suministro de gas natural es a falla abre. En caso de falla abierta de la BDV-3180 y que el Interlock de cierre de la BDV por medio de la indicación del PIT-

3111 al SPE no actúe, el operador deberá cerrar la válvula HV-3144 corriente arriba de la BDV para evitar que aire se introduzca a la tubería

Corriente arriba de la válvula BDV-3180 se encuentra la válvula manual HV-3144 que cuenta con interruptores de posición. Esta válvula está abierta con candado para permitir que la BDV ventee en caso de activación del SPE con paro despresurizado.

- Un (1) Transmisor Indicador de Presión PIT-3111, localizado en la línea 42"-GN-3203-D5A2, corriente abajo de la válvula SDV-3121, para monitoreo de la presión de recepción del gas. Es parte del SPE con el objetivo de indicar la presión y cerrar la BDV-3180 en forma automática al alcanzar el sistema 689.5 kPag (100 psig) después de una secuencia de despresurización y evitar la completa despresurización de la sección de entrada
- Un (1) Transmisor Indicador de Temperatura TIT-3111, localizada en la línea 42"-GN-3203-D5A2, corriente abajo de la válvula SDV-3120, para monitoreo de la temperatura de recepción del gas desde el gasoducto.

Sistema de Filtración

El sistema de filtración se encuentra conformado por los siguientes equipos y válvulas:

- Válvulas de corte XV-3104/3105, localizada en la línea 24"-GN-3207/3208-D5A2. Estas válvulas permiten el ingreso del gas proveniente de la sección de entrada de la estación al Filtro Separador para retirar partículas sólidas y líquidas antes de enviarlo al sistema de compresión. Esta válvula es controlada por el SCD y en operación normal está abierta. La falla de la válvula a falta de suministro de gas natural es en su última posición.

En la siguiente tabla se muestran las condiciones de operación de la Estación de Compresión de San Juan.

Tabla 4.2.1-1. Condiciones de operación.

Caso	Flujo	Temperatura	Presión mínima de recepción	Presión mínima de Descarga
		°C	Brida del Compresor	Brida del Compresor
	MMPCD		Psig	Psig
1	1443	30	1040	1260
2	1278	30	1109	1175
3	1278	30	1124	1173
4	1347	30	1081	1212

4.3. Descripción de Sistemas de Seguridad.

4.3.1. Sistema de Detección y Alarmas de Fuego y Gas

El Sistema de Fuego y Gas (SFG) estará diseñado para proteger las instalaciones exteriores de proceso de la Estación de Compresión, que se integrará mediante un PLC y dispositivos de detección y alarma.

El PLC del SFG tendrá las funciones de detectar en forma oportuna la presencia de fuego (flama), gas combustible, y la indicación de las situaciones de emergencia (estación manual de alarma por condición de fuego). A través de su lógica el PLC realizará las acciones oportunas de forma segura y confiable para la activación de las alarmas visibles y audibles, previniendo al personal de las situaciones de peligro detectadas.

El Sistema de Fuego y Gas (SFG) enviará una señal de paro por emergencia una vez que se tenga la señal de confirmación de un detector de gas y/o fuego para llevar la Estación de Compresión a un estado seguro.

La cantidad y localización de los dispositivos de fuego y gas necesarios para protección de las instalaciones y el personal cumplirán con los requerimientos de la norma NFPA 72.

Los dispositivos de campo asociados al Sistema de Fuego y Gas (SFG) y que serán alambrados punto a punto, son:

- ❖ Detectores de Fuego tipo Multiespectro Infrarrojo (IR3).
- ❖ Detectores de Gas Combustible tipo Infrarrojo.
- ❖ Estaciones Manuales de Alarma.
- ❖ Alarmas Audibles

Detectores de Fuego Multiespectro tipo IR3

Los detectores de fuego serán del tipo inteligente y multiespectro infrarrojo (IR3) a prueba de explosión con salida analógica de 4-20 mA (operación normal) con protocolo HART; la conexión será punto a punto al PLC del SFG

La ubicación de los detectores de fuego estará basada de manera que ninguno de los puntos que requiera detección en el área de riesgo este obstruido o fuera del campo de visión de por lo menos un detector.

Los detectores de fuego estarán diseñados para responder a un fuego generado por gas metano con un eje óptico a no más de 30 m con ángulo de visión de 90°.

Los dispositivos serán listados y/o aprobados UL/FM

Detector de Gas Combustible

Los detectores de gas combustible serán del tipo infrarrojo a prueba de explosión, provistos con ensambles de transmisor, con salida analógica de 4-20 mA (operación normal) con protocolo HART, cubiertas contra polvo, protecciones contra intemperie y cajas de montaje. La conexión del detector de gas será punto a punto al PLC del SFG.

El cableado de las señales del SFG es independiente al cableado del SCD y SPE.

Los detectores de mezclas explosivas deben estar compuestos por un sensor y transmisor y el campo de medida deberá ser 0-100% del LEL (Lower Explosive Limit).

Los puntos de ajuste de las alarmas serán:

- ❖ Alarma por bajo nivel de concentración de gas @ 20% LEL.
- ❖ Alarma por alto nivel de concentración de gas @ 40% LEL.

Los detectores de gas combustible se localizarán por arriba y cerca del punto de fuga potencial o en un área donde exista una concentración de gas, tomando en cuenta la dirección de los vientos dominantes.

Los dispositivos deben ser listados y/o aprobados UL/FM

Dispositivos de Notificación Exteriores

En las áreas exteriores de proceso se dispondrá de alarmas audibles y visibles controladas por el PLC del SFG.

Las alarmas audibles se componen de altavoces capaces de reproducir un tono diferente para cada tipo de riesgo detectado y contemplar el nivel sonoro establecido en la tabla A.18.4.3 de la NFPA 72 Ed. 2016 de acuerdo con la ubicación.

Las alarmas visibles serán tipo semáforo vertical con las siguientes luces:

- ❖ Verde: Condición Normal
- ❖ Rojo: Fuego
- ❖ Ámbar: Gas Combustible
- ❖ Blanca: Evacuación

Los dispositivos de notificación estarán situados entre 2.03 y 2.44 metros sobre el nivel de los pisos terminados.

Los dispositivos de notificación serán listados y/o aprobados UL/FM.

Estaciones Manuales de Alarma Exteriores

Las estaciones manuales transmitirán una señal eléctrica de alarma al Sistema de Fuego y Gas (SFG) para notificar por medio de las alarmas audibles y visibles que existe alguna emergencia.

La localización final tendrá en consideración puntos estratégicos y rutas de escape, accesibles y visibles.

Sistema de Detección y Alarma en Edificios.

Los sistemas de detección y alarma deberán cumplir con los requisitos especificados en la NFPA 72 "National Fire Alarm Code"

Los sistemas deberán ser del tipo inteligente y direccionable; y se deberá integrar con un Tablero de Control Central, Detectores de Humo, Detectores de Hidrógeno, Estaciones Manuales de Alarma.

Detectores Térmicos, así como Alarmas Audibles y Visibles para notificar de manera automática las condiciones de riesgo.

Los siguientes edificios contarán con un Sistemas de Detección y Alarma:

- ❖ Caseta de Vigilancia.
- ❖ Edificio Administrativo.
- ❖ Edificio Eléctrico.
- ❖ Generador de Emergencia.
- ❖ Almacén y Taller de Mantenimiento.
- ❖ Almacén de Residuos Peligrosos.

Los sistemas de detección y alarma de los edificios anteriormente mencionados estarán monitoreados y controlados desde un Tablero de Control que deberá ser ubicado en el cuarto de control.

El diseño y suministro del Sistema de Protección contra incendio del Generador de Emergencia a base de Diésel cumplirá con lo indicado en la norma NFPA 72, y estará incluido dentro de este alcance.

Los dispositivos y equipos que conforman el Sistema de Detección y Alarma en Edificios serán listados y/o aprobados UL/FM

Alarmas Audibles y Visibles

Las alarmas audibles y visibles serán de tipo bocina/estrobe, y serán capaces de notificar las contingencias que se presenten en los respectivos edificios. Los dispositivos de notificación serán listados y/o aprobados UL/FM.

Las alarmas audibles deben tener la capacidad de ser silenciadas por el personal autorizado una vez que se haya confirmado el alcance de la emergencia, mientras que la alarma visible debe permanecer activada durante todo el evento, hasta que se restablezca a las condiciones normales.

Las alarmas audibles serán capaces de reproducir un tono diferente para cada tipo de riesgo detectado y contemplar el nivel sonoro establecido en la tabla A.18.4.3 de la NFPA 72 Ed. 2016 de acuerdo con la ubicación.

Las alarmas se activarán de forma automática cuando el Tablero de Control identifique la presencia de humo o gas en los edificios, esta activación se realizará acorde a la matriz causa/efecto, la activación de las alarmas también se puede hacer por medio de estaciones manuales.

Los dispositivos de notificación estarán situados entre 2.00 y 2.50 metros sobre el nivel del suelo.

Estaciones Manuales de Alarma.

Las estaciones manuales de alarma serán capaces de notificar por medio de una señal eléctrica las contingencias que se presenten en el edificio, su localización será en lugares de fácil acceso, libres de obstrucciones y rotulados para ser fácilmente identificables por el personal.

La ubicación de las estaciones manuales no deberá ser inferior a 1.10 m y no deberán estar más de 1.40 m por encima del nivel de piso.

Las estaciones manuales de alarma serán del tipo doble acción, "Empujar y Jalar" o "Levantar y Presionar", adecuadas para la clasificación de áreas en donde estarán instaladas y serán listados y/o aprobados UL/FM

4.4. Descripción del entorno.

4.4.1. Ubicación de la instalación.

La Estación de Compresión San Juan se localizará en [REDACTED]

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

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

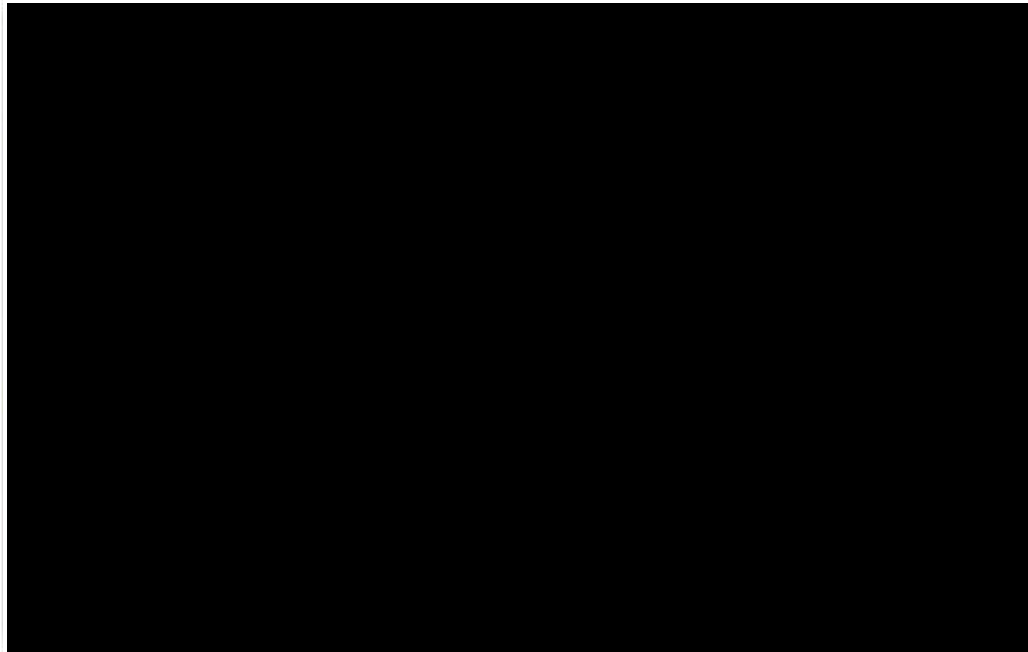


Figura 4.3.1-1. Ubicación del predio (polígono rojo) de la Estación de Compresión San Juan.

El Municipio de Allende tiene una superficie de 2,471.3 kilómetros cuadrados, los cuales representan el 1% de la superficie total del estado. Su altitud sobre el nivel del mar fue fijada en los 1,552.0 metros. La ciudad está ubicada a los 26°56' de latitud norte y a una longitud de 105°24' del meridiano de Greenwich.

Colinda al norte con los municipios de San Francisco de Conchos, Valle de Zaragoza y Camargo; al sur, con Matamoros y Coronado; al este, con los municipios de Jiménez y López, y al oeste, con Hidalgo del Parral.

Su superficie está formada por mesetas, a excepción de la parte septentrional que tiene lomas bajas. Las serranías principales son: las de Almoloya, en la parte media, y las del Carmen y Santa Rosalía, en la parte sur. Sus ríos Primero y Concepción, proceden del municipio de Matamoros; los ríos Valle y Parral que atraviesan su territorio, nacen en la sierra de Santa Bárbara, desembocan en el río Florido y éste, a su vez, en el río Conchos. La corriente del Conchos se vierte en el Bravo, el cual desemboca en el Golfo.

Los españoles llamaron al Valle de San Bartolomé la "región fértil de la cuenca del río Florido". Gracias a la abundancia de agua en el lugar, se convertiría en el granero y surtidor de carnes de la Nueva Vizcaya, fertilidad que aún conserva.

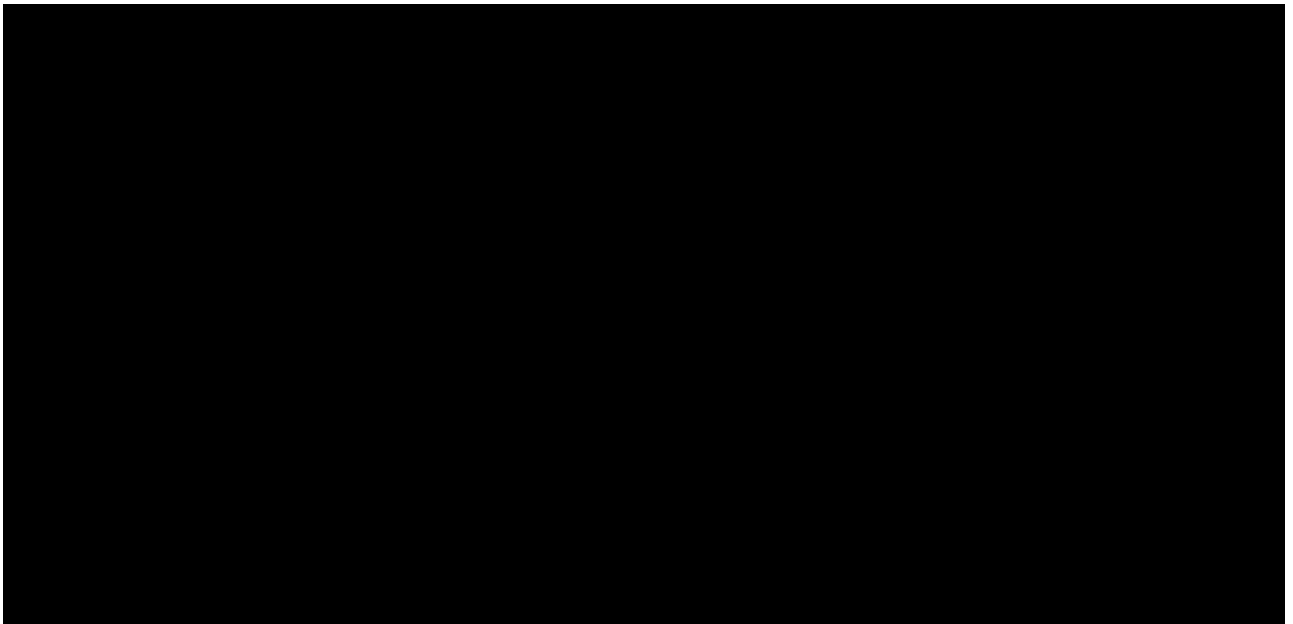
Coordenadas.

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



4.4.2. Limitaciones de la instalación.

En la siguiente figura se muestra un radio de 500 metros del centro de la instalación.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP
Figura 4.4.2-1. Radio de afectación de la instalación (500m).

Como se muestra en la figura las instalaciones para el proyecto denominado "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", y en lo referente al predio del proyecto, parte se ubica en suelos de tipo Xerosl háplico y parte en suelos de tipo Vertisol crómico (referencia Cap. 4 MIA), en ambos casos, los suelos son de baja susceptibilidad a la erosión.

Asimismo, y respecto a la figura 4.3.2-1 se indica las colindancias existentes en 500 metros o más importantes.

Tabla 4.3.2-1. Principales zonas colindantes de la instalación.

Nombre de la instalación	Zona de interés o cruzamiento	Descripción	Distancia respecto a la instalación (m)	Descripción
Estación de Compresión San Juan	Construcción aislada	Construcción	288.00	Construcción aislada
	Población	Zona poblada	1,917.00	Rancho nuevo
	Derecho de vía	DDV	80.00	Derecho de Vía

4.4.3. Clima.

En el área de localización del proyecto se tiene contemplados datos correspondientes cercanos a la localidad de Allende siendo estos los promedios registrados y mostrados en la tabla 4.4.3-1.

El Municipio se encuentra ubicado en el conjunto de zonas áridas y semiáridas del norte del país. De acuerdo a la clasificación climática indica que tenemos clima semi templado con verano cálido y seco, la temperatura máxima anual es de 38° C y la mínima anual -11°C, la temperatura media anual es de 23°C. Presenta lluvias en verano siendo el periodo de lluvias en los meses de julio, agosto y septiembre, con una precipitación media anual de 350 mm, con un cociente P/T < 22.9. El período de heladas es de noviembre a marzo, presentándose heladas tempranas en el mes de octubre y heladas tardías en el mes de abril, por lo que es común que los productores hablen de la helada del mezquite hasta el día 8 de abril. Las nevadas se presentan en los meses de diciembre y enero y vientos dominantes del poniente en los meses de febrero y marzo. Referencia. http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/anexos/anexo_010-2017_acuerdo_025_pmd_allende.pdf

Tabla 4.4.3-1. Datos climáticos del sitio.

Condiciones	Estado / Municipio
	Chihuahua /Allende
Altura sobre el nivel del mar	1537 MSNM
Presión barométrica	85 kPa (12.36 psi)
Velocidad del viento dominante promedio	15 km/h (4 m/seg)
Dirección del viento	Suroeste SO
Temperatura promedio anual	23.0 °C
Temperatura máxima (verano)	38°C
Temperatura mínima (invierno)	2°C
Mínima temperatura registrada anual	-11 °C
Alta temperatura promedio anual	35 °C
Baja temperatura promedio anual	17 °C
Precipitación promedio anual	72 mm
Promedio de días lluviosos por año	31 días
Humedad relativa promedio anual	50%

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

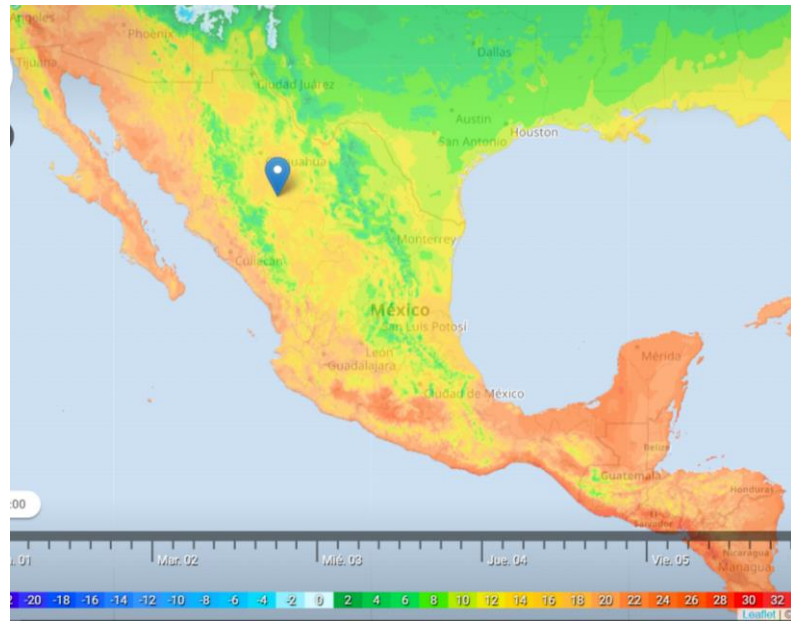


Figura 4.3.3-1. Mapa general de zona de temperaturas.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

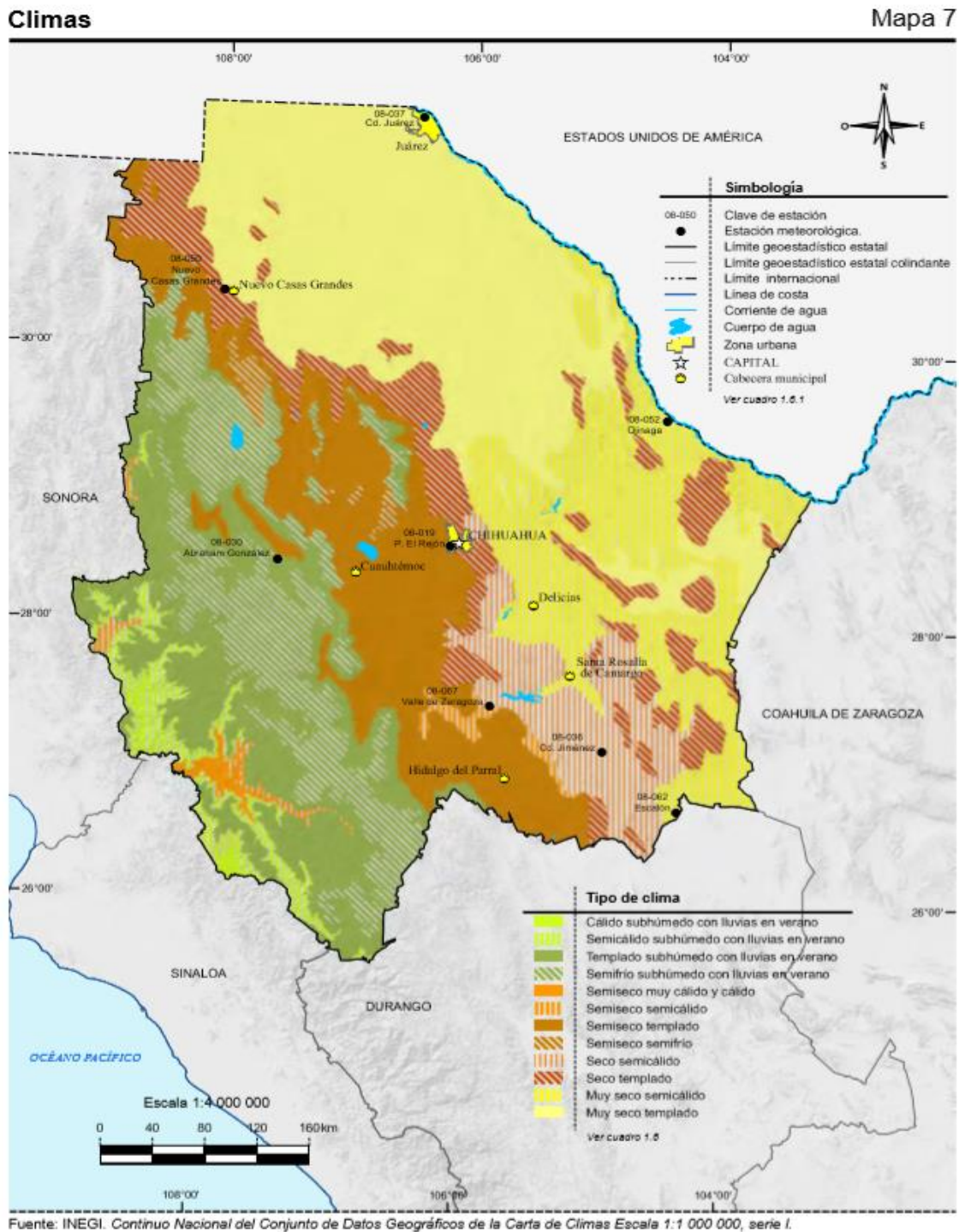


Figura 4.3.3-2. Mapa general de clima, Estado de Chihuahua.

4.4.4. Viento.

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de

la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Allende tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año, pero en promedio los vientos dominantes provienen del Suroeste.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Allende varía durante el año.

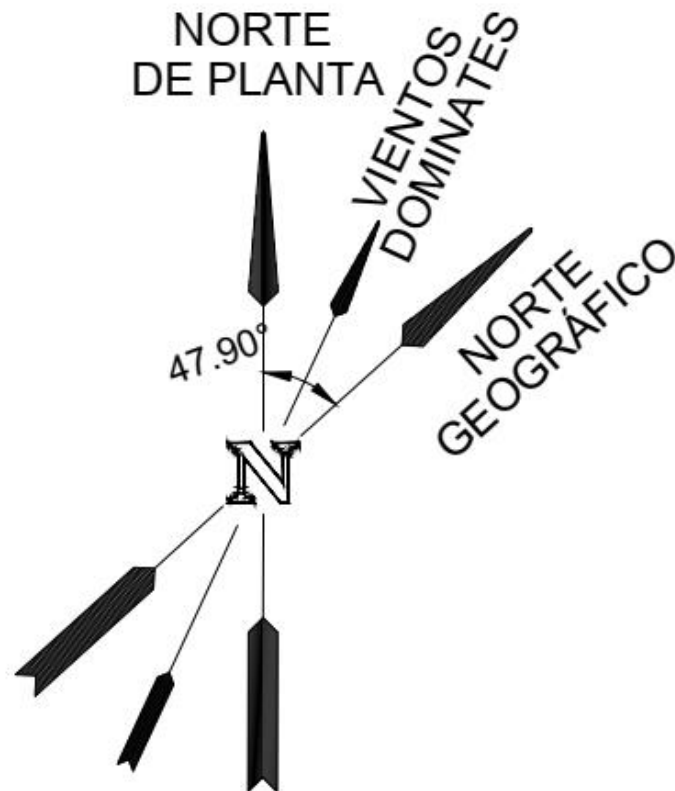


Figura 4.3.4-2. Vientos Dominantes sobre la instalación.

4.4.5. Datos topográficos y sísmicos.

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta

de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2001)¹.

La generación de los temblores más importantes en México se debe, básicamente, a dos tipos de movimiento entre placas. A lo largo de la porción costera de Jalisco hasta Chiapas, las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana, ocasionando el fenómeno de subducción. Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se tiene un desplazamiento lateral cuya traza, a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno; esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del estado de California, en los Estados Unidos.

La destructividad de un sismo se determina fundamentalmente por la magnitud y naturaleza del proceso de ruptura, la distancia del epicentro a las áreas urbanas, la profundidad del foco, la respuesta local del suelo, la densidad de población y el tipo de construcción (CENAPRED, 1994)². Para conocer el grado de peligro sísmico que tiene una región determinada, se recurre la regionalización sísmica que, en el caso de México, se encuentra definida por cuatro niveles o regiones, siendo A el de peligro más bajo y D el de peligro más alto. Esta clasificación del territorio se emplea en los reglamentos de construcción para fijar los requisitos que deben seguir los constructores para diseñar las edificaciones y otras obras civiles, de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

Como se puede ver en la figura 4.4.5-1 la zona donde se ubicará el proyecto se encuentra catalogada como zona A y B que van desde escasa actividad sísmica hasta intensidad intermedia.

Sismicidad.

- La zona **A** es una zona donde no hay registros sísmicos. Lerdo está en esta zona.
- Las zonas **B** y **C** son intermedias, existen registros de terremotos pero con baja frecuencia.
- La zona **D** es una zona con grandes riesgos de terremoto.

¹ CENAPRED. 2001. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres.

² CENAPRED. 1994. Atlas Nacional de Riesgos.

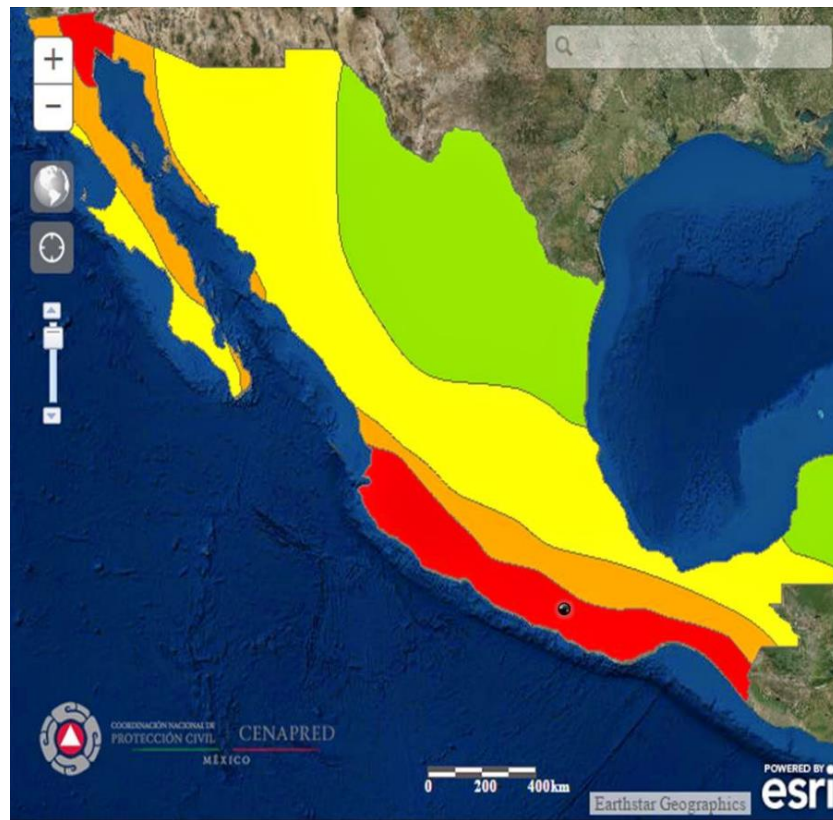


Figura 4.4.5-1. Zonas sísmicas.
(MDOC CFE, 2015)

El territorio de la República Mexicana se divide en 5 zonas sísmicas, identificadas con la letra "A" a la "E". Dichas zonas han sido definidas por el riesgo sísmico que existe en cada una de ellas, siendo la zona "A" la de menor riesgo y la "D" la de mayor riesgo, la zona E es una zona especial definida para la ciudad de México y los municipios aledaños. Con base en el Manual de Diseño de Obras Civiles de Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (MDOC-2015), el sitio explorado, se encuentra en la zona A, como se muestra en la Figura 4.4.5-1.

Fisiografía.

El Municipio de Allene forma parte de la Provincia de Sierras y Llanuras del Norte (IV) y la sub.'Provincia 20 del Bolsón de Mapimí, aunque una pequeña parte está ubicada en la Sub'Provincia de Sierras y Llanuras de Durango.

En el terreno floran principalmente roca sedimentarias marinas del Mesozoico, rocas ígneas intrusivas y extrusivas del terciario y rocas sedimentarias detríticas continentales del terciario superior.

Durante el cretácico, esta parte de México estuvo cubierta por mares hasta el final del mismo período (hace aproximadamente 83 millones de años), cuando los mares retroceden y a la vez ocurren importantes cambios en la corteza terrestre, producto de la interacción de placas tectónicas conocida como Revolución Laramide deformando, plegando y elevando los depósitos sedimentarios marinos) (calizas y lutitas), y a su vez ocasionando al final asociado a estos

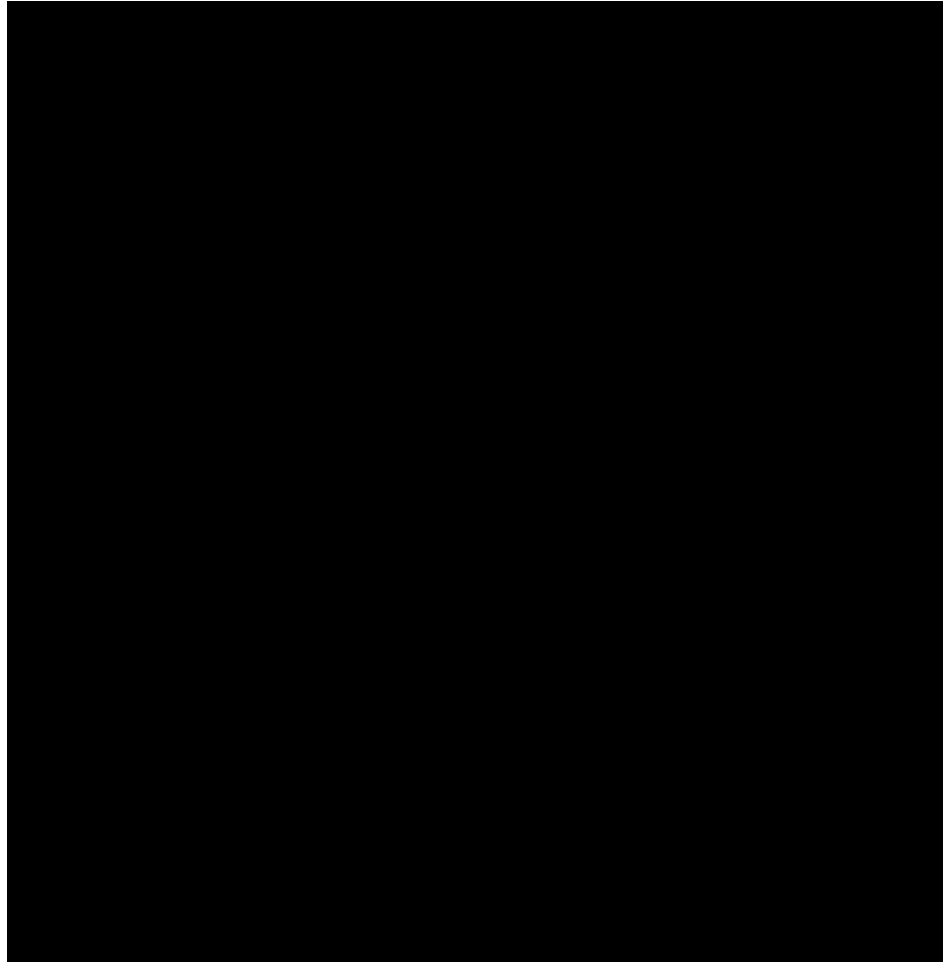
"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

[illegible]

Fracturas y Fallas Geológicas.

Página 31

afecte³. Las fallas son estructuras inestables que obedecen a procesos y escalas de tiempo geológico en millones de años, por lo que es imposible determinar una reactivación, pero una falla ya ha tenido desplazamiento entre sus bloques y es más susceptible a continuar con este movimiento.



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

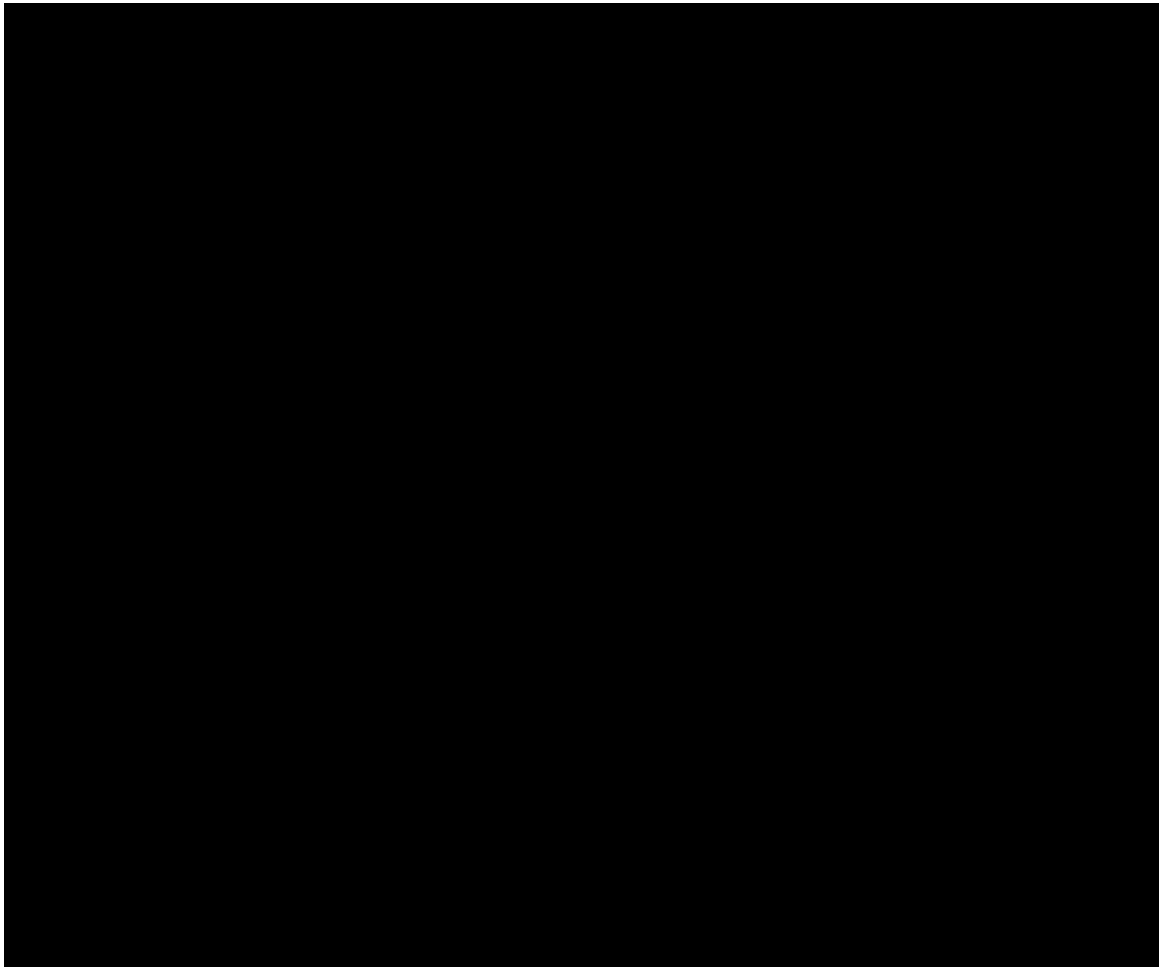
En cambio, una fractura se entiende como la ruptura sobre una unidad litológica por influencia de esfuerzos estructurales, sin implicar un desplazamiento entre sus bloques. Es difícil estimar el grado de peligro ante una falla o fractura, dado que no se puede determinar cuándo tendrán un movimiento que afecte la infraestructura.

Así, en ocasiones las fracturas, pero sobre todo las fallas geológicas están asociadas a desplazamientos del terreno. De esta manera, a veces se presentan fallas geológicas superficiales que, además de llegar a producir excitación sísmica en mayor o menor grado, dejan como consecuencia desplazamientos permanentes del terreno, en sentido horizontal y/o vertical, que llegan a producir graves daños a las construcciones ubicadas sobre la traza de la falla. A nivel local la presencia de fallas activas puede producir consecuencias severas tales

³ SEGOB, SE, Servicio Geológico Mexicano. Gobierno de Tamaulipas 2005-2010. Atlas de Riesgos de los municipios de Abasolo, Jiménez y Soto La Marina.

como la licuación, los movimientos de laderas y los desplazamientos permanentes del terreno (CENAPRED, 2001).

Al respecto, el predio del proyecto no atraviesa ni se encuentra cerca de fallas o fracturas, estas se ubican en el extremo oeste del SAR, a más de 15 kilómetros de distancia del predio. Por lo tanto, no se espera que puedan limitar o impongan restricciones al desarrollo del proyecto.



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

A. Suelos.

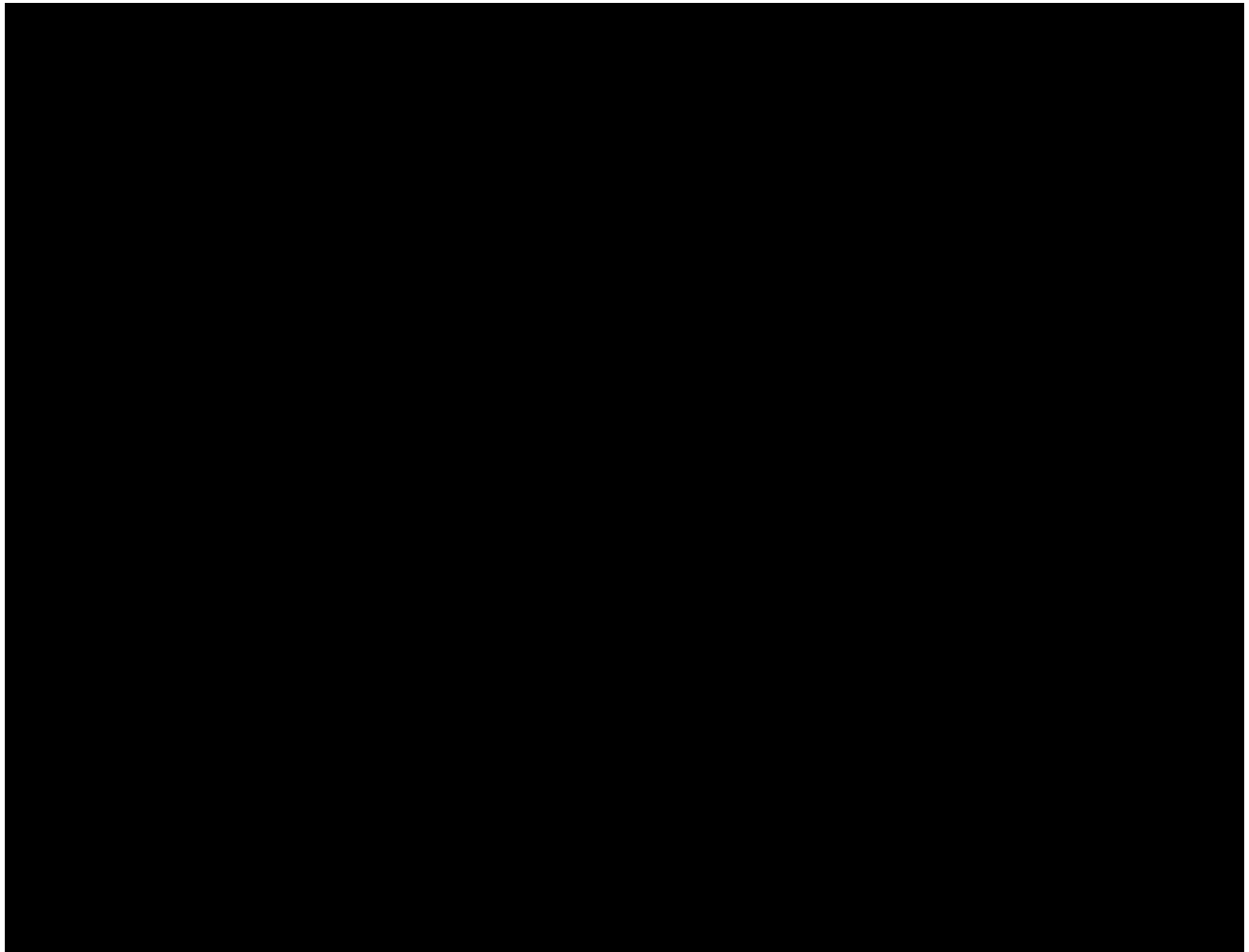
La determinación de los tipos de suelo presentes en el SAR se realizó con base en la carta edafológica vectorial de INIFAP-CONABIO (19954; figura IV.2.1.1.6). Las descripciones de los principales tipos presentes en el SAR se basan en INEGI (2004)5.

Xerosol (X) Es un suelo típico de las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Es el suelo con mayor extensión en el SAR. Su vegetación natural es de matorral y pastizal. Tienen

⁴ Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). 'Edafología'. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México.

⁵ INEGI. 2004. Guía para la Interpretación de Cartografía. Edafología.

por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad. Los subtipos predominantes en el SAR son el Xerosol háplico (Xh), el cual no presenta ninguna característica especial; el Xerosol cálcico (Xk), el cual presenta cal en alguna parte del subsuelo y el Xerosol lúvico (Xl), el cual presenta acumulación considerable de arcilla en el subsuelo, aunque más abajo puede haber rastros de cal o yeso.



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

Feozem (H) Se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Tiene una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan los Chernozems y los Castañozems. Son de profundidad muy variable. Los poco profundos se encuentran en laderas y se erosionan con más facilidad. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura. En el SAR el subtipo presente es el Feozem háplico (Hh). Se desarrolla en la parte oeste del SAR.

Rendzina (E) Son suelos que no tienen más de 50 cm de profundidad, de color oscuro debido a la materia orgánica que presentan inmediatamente por encima de la roca madre y subyacente inmediatamente a material calcáreo o roca caliza.

La mayoría presenta una fase física lítica somera y algunos, fase física petrocálcica somera. Sus limitaciones para la explotación agrícola son su espesor medio, topografía cerril y que son fácilmente erosionables, se considera que el uso más adecuado es silvícola. Se desarrolla en la parte norte del SAR.

Vertisol (V) Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. En el SAR el subtipo presente es el Vertisol crómico (Vc), un suelo de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas. Se desarrolla lo largo de los arroyos mayores en el SAR.

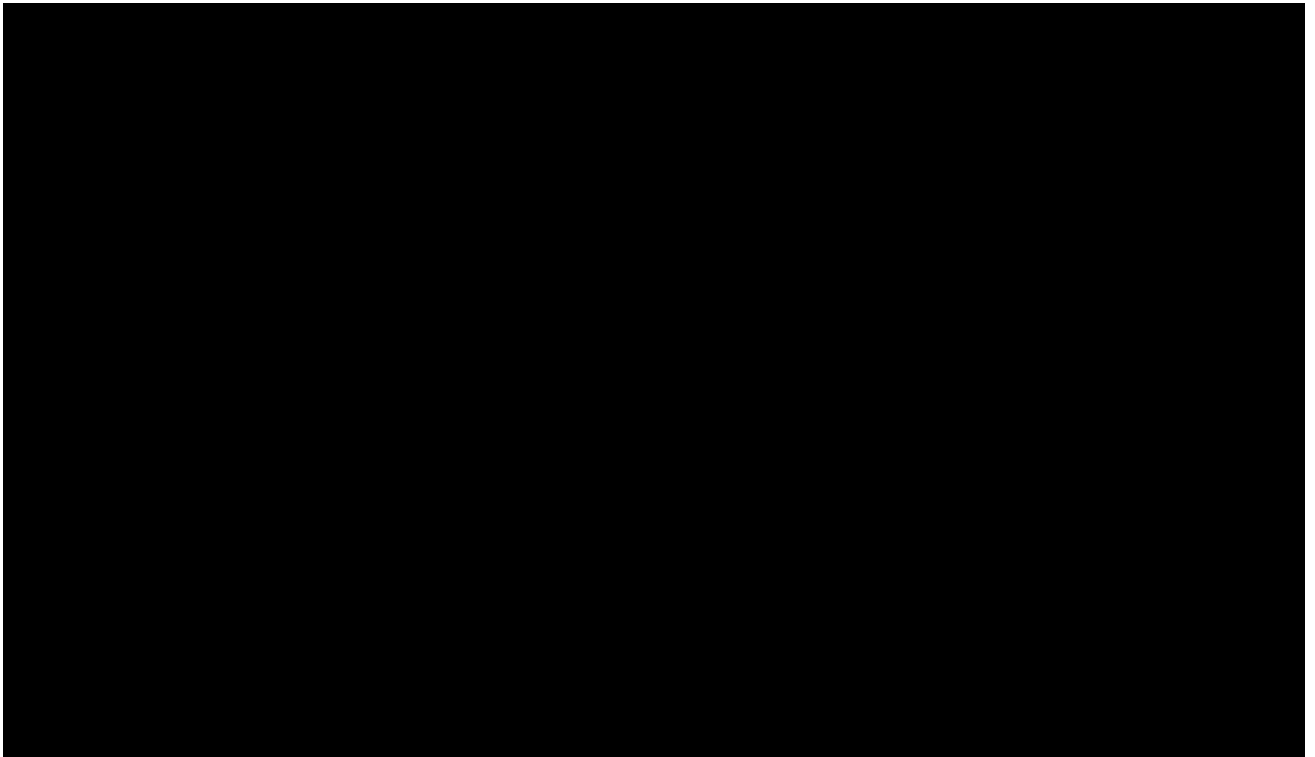
En lo referente al predio del proyecto, parte se ubica en suelos de tipo Xerosol háplico y parte en suelos de tipo Vertisol crómico. En ambos casos, los suelos son de baja susceptibilidad a la erosión. Además, como ya se indicó, el predio se ubica en una zona de escasa pendiente que corresponde a una topoforma de llanura de conglomerados polimícticos.

Por lo anterior y considerando que gran parte de la superficie se empleará para el desplante de la Estación de Compresión, se preve que no se presentarán fenómenos de erosión relacionados con el proyecto. Asimismo, como se indica en el capítulo VI, se realizará el rescate de suelo correspondiente.

Geología

De acuerdo con la división de provincias fisiográficas de E. Raisz, el área de estudio se localiza en la Sierra Madre Oriental en la subprovincia de Sierras Transversales, está comprendida dentro de la carta geológica 1:250,000 Torreón G13-9 editada por el servicio Geológico Mexicano, en la parte oeste de la misma.

En la Figura 4.4.5-6 se muestra la unidad litológica en la zona donde se ubica la zona de estudio.



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

Esta unidad está formada por depósitos aluviales (Qhoal), los cuales constituyen grandes acumulaciones de material de origen fluvial producto de la intensa erosión de las rocas preexistentes con su posterior transporte y depósito formando extensos valles que corresponden a sinclinales rellenos de este material; se presentan en los cauces de los ríos y arroyos principales, y se constituyen de arenas, arcillas y limos.

Cercano al sitio, colindan con depósitos coluviales (Qhoco), los cuales se acumulan en las partes bajas de todos los afloramientos y en la desembocadura de los arroyos principales formando abanicos aluviales, como producto de la desintegración de las unidades litológicas y está compuesta de fragmentos angulosos a subredondeados de diferentes tipos de rocas, con un rango granulométrico muy amplio de gravas a arcillas sin consolidar y se encuentran cubriendo extensos valles.

Suelo.

Predominan los xerosoles cálcicos y lúvicos, asociados con los castañozem, con texturas medias con pendientes suaves, suavemente ondulada, cerril hasta quebrado. El suelo tiene uso agrícola, frutícola y ganadero.

En las márgenes de los ríos, son café oscuro con buena profundidad y texturas media a gruesa. En los terrenos de agostadero son café a café claro con textura media y generalmente con una capa de caliche a una profundidad promedio de 30-40 cm., lo cual puede apreciarse en los terrenos erosionados.

La tenencia de la tierra es de tipo ejidal y pequeña propiedad.

Hidrología.

Allende cuenta con cuatro ríos, el Río del Valle, Río Parral, Río Primero y Río La Concepción, El Río Primero y de la Concepción proceden del Municipio de Matamoros. El Río del Valle nace en la Sierra de Santa Bárbara y el Río Parral nace en la sierra de San Francisco del Oro.

Todos los ríos desembocan en el Río Florido y éste a su vez en el Conchos. Su vertiente es del Golfo.

Vegetación.

De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (2006), dentro del SAR se ubica exclusivamente la Provincia (División) Florística de la "Altiplanicie".

Altiplanicie: Pertenece a la Región Xerófila Mexicana del Reino Neotropical. El Reino Neotropical comprende a las comunidades vegetales ubicadas al sur de América y algunas comunidades intertropicales del norte del continente; ocupa la mayor parte del territorio nacional e incluye a las porciones de clima caliente, seco y semiseco. La Región Xerófila Mexicana abarca en forma aproximada un 50% del territorio nacional. Se distribuye en grandes extensiones del norte y del centro de la república y se caracterizan por su clima árido y semiárido. La Provincia de la Altiplanicie comprende en lo fundamental, a la región fisiográfica del mismo nombre. Esta Provincia se extiende desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla, quedando excluidas las partes húmedas y semihúmedas. Su altitud varía en general entre los 1,000 y 2,000 msnm. La cantidad de especies endémicas es considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de sustratos geológicos. La vegetación predominante consiste en matorrales xerófilos, encontrándose en menor proporción pastizales y bosque espinoso (mezquital).

Dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) en donde se ubica el predio del proyecto, existen los siguientes tipos de vegetación y usos del suelo:

- Matorral xerófilo.
 - Matorral desértico micrófilo (vegetación primaria y secundaria de tipo arbustiva).
 - Matorral desértico rosetófilo (vegetación primaria y secundaria de tipo arbustiva).
 - Bosque de mezquite (Mezquital; vegetación primaria).
- Bosque de Quercus (encinares).
 - Bosque de encino (vegetación primaria y secundaria de tipo arbustiva).
- Pastizal.
 - Pastizal natural (vegetación primaria y secundaria de tipo arbustiva).
 - Pastizal inducido.
- Otros usos del suelo.
 - Vegetación de galería.
 - Cuerpo de agua.

- Agrícola.
- Asentamientos humanos.

De los tipos de vegetación natural mencionados, sólo el Matorral xerófilo [Matorral desértico micrófilo (vegetación primaria)], se encuentra dentro de los terrenos que serán afectados durante el desarrollo del proyecto, mismo que se describe a continuación.

Matorral xerófilo.

El matorral xerófilo es un tipo de vegetación de porte arbustivo, en donde por lo general las plantas presentan ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo, siendo su altura variable pero casi siempre inferior a los 4 m. Se distribuyen principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país.

El matorral xerófilo incluye a los matorrales espinosos, cardonales, nopaleras, matorrales inermes, etc., de acuerdo con la clasificación de los tipos de vegetación propuesta por Miranda y Hernández-X. (1963). Sin embargo, Rzedowski (2006) considera que es apropiado reunir a todas las comunidades de porte arbustivo propias de las zonas áridas y semiáridas del país, bajo el nombre de matorral xerófilo. Lo anterior se debe a las afinidades ecológicas y florísticas que presentan entre sí las comunidades que prosperan en dichas zonas.

El matorral xerófilo se caracteriza por presentar un número considerable de formas biológicas que constituyen modos de adaptación del mundo vegetal para afrontar la aridez. Son particularmente notables los diferentes tipos de plantas suculentas, los de hojas arrosetadas o concentradas hacia los extremos de los tallos, los de plantas áfilas (sin hojas), los de tipos gregarios o coloniales, los provistos de tomento blanco, etc. La microfilia y la presencia de espinas son características comunes del matorral xerófilo, así como la pérdida de las hojas en la época desfavorable del año. No obstante, existen especies vegetales que carecen de las adaptaciones morfológicas de la generalidad de los organismos presentes en las zonas áridas y semiáridas, como es *Larrea tridentata* ("gobernadora"), la cual es una especie xerófila que, sin ser suculenta, sin presentar espinas, ni tomento y siendo además perennifolia, puede vivir bajo condiciones de aridez extrema (Rzedowski, 2006). A continuación, se describe el subtipo de matorral xerófilo que se presentan en el predio del proyecto.

Matorral Desértico Micrófilo (MDM). Bajo la categoría de Matorral Desértico Micrófilo, se agrupan las comunidades en que las plantas que imprimen el carácter fisonómico a la vegetación corresponden a arbustos de hoja pequeña. Estas agrupaciones son las que ocupan la mayor parte de la extensión de las regiones áridas de México.

Un matorral de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* ocupa la mayor parte de la superficie de la zona árida chihuahuense, ubicada sobre la Altiplanicie y que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Hidalgo, en altitudes que comúnmente no son inferiores a 1000 m. Se desarrolla preferentemente sobre llanuras y partes bajas de abanicos aluviales, aunque en condiciones de aridez más acentuada prospera asimismo sobre laderas de cerros. En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150 mm. en promedio anual y en algunas zonas más

calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a 500 mm. anuales. Larrea a menudo es la única dominante, otras veces, junto con Flourensia forma 80 a 100% de la vegetación. En Chihuahua prevalece la asociación Larrea - Flourensia- Fouquieria (Rzedowski, 2006).

El Matorral Desértico Micrófilo es el tipo de vegetación natural que ocupa la mayor superficie dentro de las áreas por afectar (3.33 Ha). Se localiza sobre todo en el predio destinado a la construcción de la Estación de Compresión, aunque también ocupa superficies correspondientes al camino de acceso.

Este tipo de vegetación presenta una riqueza de especies a escala del SAR de 69 especies. Por familias, las que aportan mayor número de especies son Poaceae (11), Asteraceae (10), Cactaceae (9) y Fabaceae (8); es decir, pastos, compuestas, cactus y leguminosas, Por formas de vida, sus especies se distribuyen de la siguiente manera: Árboles 3, arbustos 36, hierbas 20, cactáceas 9 y una forma arrosetada. Por lo tanto, el componente dominante en cuanto a número de especies y también fisonómico, es el arbustivo, que precisamente es la forma predominante de los matorrales. De esta manera, en este tipo de vegetación se percibe el estrato arbustivo y herbáceo (en la época húmeda del año), entre los cuales están entremezclados los cactus, formas arrosetadas y árboles aislados.

Dentro del predio del proyecto, la riqueza fue de 44 especies. Por familias, las que aportan mayor número de especies, de manera semejante a como ocurre en el SAR, son Poaceae (8), Fabaceae (7), Asteraceae (6) y Cactaceae (6); es decir, pastos, leguminosas, compuestas y cactus. Por formas de vida, sus especies se distribuyen de la siguiente manera: Árboles 2, arbustos 23, hierbas 13 y cactáceas 6. Nuevamente, el componente dominante en cuanto a número de especies y también fisonómico, es el arbustivo, el cual caracteriza al Matorral Desértico Micrófilo.

En la siguiente tabla se incluye el listado florístico del SAR y dentro del predio de la estación de compresión.

Tabla 4.4.5-1. Listado florístico del Matorral Desértico Micrófilo en el SAR y dentro del predio del proyecto. Fuente MIA.

N°	Nombre científico	Nombre común	Forma	Familia	NOM-059	SAR	Predio
1	Yucca carnerosana	Palma	Roseta	Agavaceae	NO	X	
2	Atriplex obovata	Mariolilla	Arbusto	Amaranthaceae	NO	X	
3	Gomphrena decumbens	Cabezona	Hierba	Amaranthaceae	NO	X	X
4	Rhus microphylla	Agrito	Arbusto	Anacardiaceae	NO	X	
5	Ambrosia confertiflora	Estafiate	Hierba	Asteraceae	NO	X	X
6	Baccharis salicifolia	Jarilla de río	Arbusto	Asteraceae	NO	X	
7	Bahia absinthifolia	Alelí	Hierba	Asteraceae	NO	X	X
8	Brickellia sp.		Arbusto	Asteraceae	NO	X	X
9	Flourensia cernua	Hojasen	Arbusto	Asteraceae	NO	X	X
10	Gymnosperma glutinosum	Tatalencho	Arbusto	Asteraceae	NO	X	X
11	Helianthus laciniatus	Girasolillo	Hierba	Asteraceae	NO	X	
12	Parthenium incanum	Mariola	Arbusto	Asteraceae	NO	X	X
13	Tagetes filifolia	Tipo anisillo	Hierba	Asteraceae	NO	X	
14	Viguiera stenoloba	Damiana	Arbusto	Asteraceae	NO	X	
15	Tecoma stans	Tronadora	Arbusto	Bignoniaceae	NO	X	
16	Cordia parvifolia	Chaparro prieto	Arbusto	Boraginaceae	NO	X	X
17	Buddleja marrubifolia	Salvilla	Arbusto	Buddlejaceae	NO	X	
18	Buddleja scordioides	Salvilla	Arbusto	Buddlejaceae	NO	X	X

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.4.5-1. Listado florístico del Matorral Desértico Microfílo en el SAR y dentro del predio del proyecto. Fuente MIA.

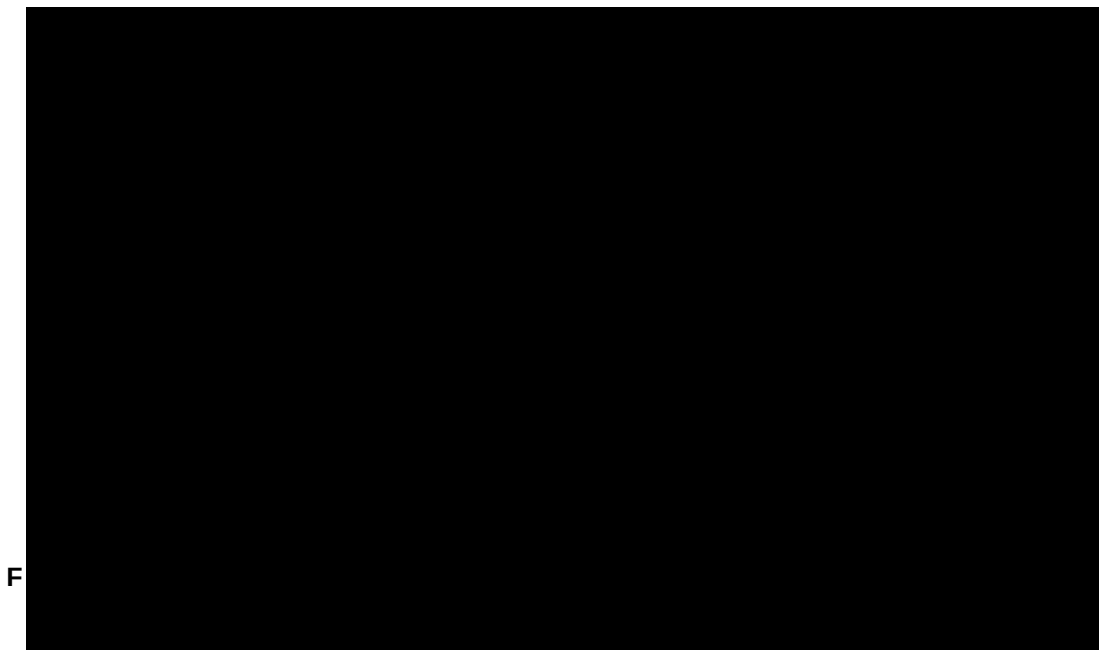
N°	Nombre científico	Nombre común	Forma	Familia	NOM-059	SAR	Predio
19	Coryphantha ramillosa	Biznaga espina negra	Cactácea	Cactaceae	A	X	
20	Coryphantha scheeri var. valida	Biznaga	Cactácea	Cactaceae	NO	X	
21	Cylindropuntia imbricata (Opuntia imbricata)	Cardenche	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
22	Cylindropuntia kleiniae (Opuntia kleiniae)	Tasajillo grande	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
23	Cylindropuntia leptocaulis (Opuntia leptocaulis)	Tasajillo	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
24	Echinocereus pectinatus	Biznaga roja	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
25	Opuntia azurea	Nopal	Cactácea	Cactaceae	NO	X	
26	Opuntia engelmannii	Nopal espina amarilla	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
27	Opuntia macrocentra	Nopal morado	Cactácea	Cactaceae	NO	X	X
28	Dichondra argentea	Oreja de ratón	Hierba	Convolvulaceae	NO	X	X
29	Ephedra trifurca	Cola de caballo	Arbusto	Ephedraceae	NO	X	
30	Jatropha dioica	Sangregado	Arbusto	Euphorbiaceae	NO	X	
31	Acacia constricta	Largoncillo	Arbusto	Fabaceae	NO	X	X
32	Acacia greggii	Uña de gato	Arbusto	Fabaceae	NO	X	X
33	Acacia schaffneri	Huizache chino	Árbol	Fabaceae	NO	X	X
34	Calliandra eriophylla	Falso mezquite	Arbusto	Fabaceae	NO	X	X
35	Dalea bicolor	Engorda cabra	Arbusto	Fabaceae	NO	X	
36	Mimosa biuncifera	Gatuño	Arbusto	Fabaceae	NO	X	X
37	Prosopis glandulosa	Mezquite	Árbol	Fabaceae	NO	X	X
38	Senna wislizeni (Cassia wislizeni)	Vara prieta	Arbusto	Fabaceae	NO	X	X
39	Fouquieria splendens	Ocotillo	Arbusto	Fouquieriaceae	NO	X	
40	Koeberlinia spinosa	Junco verde	Arbusto	Koeberliniaceae	NO	X	
41	Krameria lanceolata	Chacate	Arbusto	Krameriaceae	NO	X	X
42	Mentzelia hispida	Pega ropa	Hierba	Loasaceae	NO	X	
43	Forestiera angustifolia	Palo blanco	Arbusto	Oleaceae	NO	X	X
44	Tetradlepis fasciculatus	Pata de gallo	Arbusto	Picrodendraceae	NO	X	
45	Aristida adscensionis	Pasto	Hierba	Poaceae	NO	X	X
46	Aristida orcuttiana	Zacate 3 barbas	Hierba	Poaceae	NO	X	
47	Aristida schiedeana	Zacate 3 barbas	Hierba	Poaceae	NO	X	
48	Bothriochloa barbinodis	Cola de caballo	Hierba	Poaceae	NO	X	X
49	Chondrosium barbatum (Bouteloua barbata)	Zacate navajita	Hierba	Poaceae	NO	X	X
50	Chloris virgata	Zacate pata de gallo	Hierba	Poaceae	NO	X	X
51	Dasyochloa pulchella	Zacate borreguero	Hierba	Poaceae	NO	X	
52	Enneapogon desvauxii	Zacate cola de zorra	Hierba	Poaceae	NO	X	X
53	Eragrostis mexicana	Zacate avenilla	Hierba	Poaceae	NO	X	X
54	Muhlenbergia porteri	Zacate liendrilla	Hierba	Poaceae	NO	X	X
55	Setaria leucopila	Zacate temprano	Hierba	Poaceae	NO	X	X
56	Condalia ericoides	Tecomblatillo	Arbusto	Rhamnaceae	NO	X	X
57	Condalia spathulata	Tecomblate	Arbusto	Rhamnaceae	NO	X	X
58	Ziziphus obtusifolia	Tecomblate	Arbusto	Rhamnaceae	NO	X	X
59	Castela erecta	Garambullo	Arbusto	Simaroubaceae	NO	X	X
60	Lycium berlandieri	Garambullo	Arbusto	Solanaceae	NO	X	
61	Solanum elaeagnifolium	Trompillo	Hierba	Solanaceae	NO	X	X
62	Celtis laevigata var. reticulata	Tarai	Árbol	Ulmaceae	NO	X	
63	Celtis pallida	Granjeno	Arbusto	Ulmaceae	NO	X	X
64	Aloysia gratissima	Jazmín	Arbusto	Verbenaceae	NO	X	X
65	Aloysia wrightii	Oreganillo	Arbusto	Verbenaceae	NO	X	X
66	Citharexylum brachyanthum	Agrito	Arbusto	Verbenaceae	NO	X	X

Tabla 4.4.5-1. Listado florístico del Matorral Desértico Micrófilo en el SAR y dentro del predio del proyecto. Fuente MIA.

N°	Nombre científico	Nombre común	Forma	Familia	NOM-059	SAR	Predio
67	<i>Lantana achyranthifolia</i>	Hierba mariposa	Arbusto	Verbenaceae	NO	X	X
68	<i>Kallstroemia hirsutissima</i>	Alfombrilla	Hierba	Zygophyllaceae	NO	X	
69	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Arbusto	Zygophyllaceae	NO	X	X

Es conveniente señalar que, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación consultada, la vegetación que existe en el predio de la estación de compresión corresponde a vegetación primaria de Matorral Desértico Micrófilo. Sin embargo, es de notar que en el predio del proyecto intervienen otros factores, que han afectado su vegetación. El más notorio, es que en su parte noreste pasa el derecho de vía del gasoducto al cual se pretende dar el servicio de compresión. Por lo tanto, dentro del predio existe una superficie de 4,291.69 m2, que ya no presenta este tipo de vegetación.

También es importante señalar que la vegetación del predio ha estado sometida a la presencia de ganado, con los efectos que esto conlleva sobre la vegetación. Asimismo, el predio se localiza en los límites de una extensa zona agrícola, en expansión. De hecho, en sus límites se observó la presencia de infraestructura agrícola. De esta manera, se concluye que la vegetación del predio del proyecto no es prístina y que de por sí está amenazada por la expansión de la frontera agrícola que ya se localiza en los límites del predio.



F

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

Pastizal inducido. Como ya se indicó, el pastizal inducido, también conocido como pastizal cultivado, de acuerdo con la cartografía consultada, ocupaba 4,034 m2, de la superficie por afectar y se localizaba exclusivamente sobre el camino de acceso. El término "inducido", indica que el hombre ha intervenido en su formación, por lo que no es una comunidad prístina.

La estructura de los pastizales inducidos es sencilla, pues hay un sólo estrato herbáceo cuya altura media es de 20 a 70 cm., aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre mucho más bajos. En su composición dominan ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes.

Actualmente este pastizal ha sido invadido por especies arbustivas, seguramente debido a su sobrepastado. Entre las especies de pastos más abundantes que se detectaron dentro del predio están las siguientes: *Chondrosium barbatum* (*Bouteloua barbata*), *Aristida adscensionis* y *Enneapogon desvauxii*. Otras especies de pasto presentes incluyen a *Bothriochloa barbinodis*, *Chloris virgata*, *Eragrostis mexicana*, *Muhlenbergia porteri* y *Setaria leucopila*. Las especies que han invadido al pastizal incluyen varias especies espinosas y seguramente provienen del matorral xerófilo adyacente. Entre ellas se incluyen las especies de *Acacia*, *Ziziphus obtusifolia*, así como varias especies de cactus como *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Opuntia engelmannii* y *Opuntia macrocentra*.

También se observa que hacia el norte y más allá del predio, lo que existe es una extensa zona agrícola, que ocupa sitios anteriormente cubiertos por pastizal inducido y Matorral Desértico Micrófilo. Es decir, dentro del SAR se observa la expansión de la frontera agrícola, la cual actualmente, se sitúa en los límites del predio del proyecto.

Usos de la vegetación de la zona.

Los usos de la vegetación en la zona estudiada son meramente de producción primaria. Es decir, que la mayor parte es utilizada como agostadero para la producción de ganado bovino principalmente. Asimismo, se observa que, en algunos de los terrenos en los alrededores del predio del proyecto, se ha cambiado su condición natural hacia tierras de cultivo.

Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.

Para verificar si alguna de las especies de flora detectadas durante el desarrollo del presente estudio está bajo régimen de protección legal, se comparó el listado de especies que se obtuvo, con el listado contenido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010). Se encontró que sólo una especie de cactus está protegida.

Tabla 4.4.5-2. Especies de flora protegidas.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	SAR	Predio	Distribución
<i>Coryphantha ramillosa</i>	Biznaga espina negra	A	X		5, 8, E.U.A.

A = Amenazada. 5 = Coahuila. 8 = Chihuahua.

Fuente: MIA Modalidad Regional de la Estación de Compresión San Juan.

Fauna.

Anfibios y reptiles.

De acuerdo con los registros de tipo bibliográfico y de campo, se detectó un total de 3 especies de anfibios y 20 de reptiles dentro del SAR.

Por la época en que se realizaron los trabajos de campo del presente estudio (invierno), no se detectó ningún ejemplar de este grupo dentro del predio del proyecto, y fueron pocos los registros dentro del SAR. Los resultados de campo reflejan que la actividad de la herpetofauna es prácticamente nula; esto debido a un periodo llamado Hibernación. Este periodo comienza aproximadamente 3 semanas antes que comience el invierno, cuando la mayoría de las serpientes tiene su última comida del año y la temperatura ambiental comienza a descender.

En contraste con los mamíferos, donde la hibernación es un mecanismo de supervivencia activado por los suministros de alimentos, la hibernación en reptiles se rige principalmente por la temperatura. La falta de termogénesis, grasa marrón o mecanismos de temblores hace que esto sea esencial cuando la temperatura baja. Existen otros factores como el fotoperiodo, suministro de alimentos y reproducción para que las diferentes especies de reptiles lleven a cabo el periodo de hibernación.

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies correspondientes.

Tabla 4.4.5-3. Listado faunístico (herpetofauna). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; P: Predio del proyecto.

N°	Especie	Familia	Nombre común	NOM-059	Ubicación
Anfibios					
1	<i>Anaxyrus cognatus</i>	Bufonidae	Sapo	NO	SAR(B)
2	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Bufonidae	Sapo de puntos rojos	NO	SAR(B)
3	<i>Scaphiopus couchii</i>	Scaphiopodidae	Sapo de espuelas	NO	SAR(B)
Reptiles					
1	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Kinosternidae	Tortuga pecho quebrado pata rugosa	Pr	SAR(B)
2	<i>Crotaphytus collaris</i>	Crotaphytidae	Lagartija de collar del altiplano	A	SAR(B)
3	<i>Coleonyx brevis</i>	Gekkonidae	Cuija texana	Pr	SAR(B y V)
4	<i>Holbrookia approximans</i>	Phrynosomatidae	Cachorita	NO	SAR(B y V)
5	<i>Phrynosoma cornutum</i>	Phrynosomatidae	Camaleón cornudo	NO	SAR(B y V)
6	<i>Phrynosoma modestum</i>	Phrynosomatidae	Tapayatin	NO	SAR(B y V)
7	<i>Sceloporus edbelli</i>	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de Bell	NO	SAR(B)
8	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Teiidae	Corredora del Big Bend	NO	SAR(B)
9	<i>Aspidoscelis inornata</i>	Teiidae	Lagartija de cola azul	NO	SAR(B)
10	<i>Aspidoscelis uniparens</i>	Teiidae	Huico del pastizal del desierto	NO	SAR(B y V)
11	<i>Hypsiglena ochrorhyncha</i>	Colubridae	Culebra nocturna peninsular	NO	SAR(B)
12	<i>Masticophis flagellum</i>	Colubridae	Culebra chirrionera roja	A	SAR(B y V)
13	<i>Rhinocheilus lecontei</i>	Colubridae	Culebra narigona	NO	SAR(B y V)
14	<i>Salvadora grahamiae</i>	Colubridae	Culebra chata oriental	NO	SAR(B)
15	<i>Tantilla hobartsmithi</i>	Colubridae	Culebra encapuchada del Suroeste	NO	SAR(B)
16	<i>Tantilla nigriceps</i>	Colubridae	Culebra encapuchada de pradera	NO	SAR(B)
17	<i>Thamnophis eques</i>	Colubridae	Culebra listonada del sur mexicano	A	SAR(B)
18	<i>Crotalus atrox</i>	Viperidae	Víbora de cascabel	Pr	SAR(B y V)
19	<i>Crotalus molossus</i>	Viperidae	Cascabel del monte	Pr	SAR(B y V)
20	<i>Crotalus scutulatus</i>	Viperidae	Víbora de cascabel	Pr	SAR(B)

Fuente: MIA Modalidad Regional de la Estación de Compresión San Juan.

El periodo de hibernación consta de cuatro etapas; la primera es cuando bajan las temperaturas que inhiben el apetito, lo que provoca que el reptil busque un espacio en donde puede protegerse de las temperaturas bajas, este espacio es llamado hibernáculo y debe ser un poco húmedo para proteger de la desecación. Durante este periodo la grasa corporal almacenada en el hígado y cola son la principal fuente de energía, además el metabolismo se hace más lento de lo normal. La hibernación termina cuando la temperatura ambiental aumenta a principios de

primavera, aunque algunos ejemplares comienzan a salir antes de este proceso para iniciar el periodo de reproducción. De esta manera, las condiciones ambientales en el mes de febrero del 2019, que fue cuando se realizó el estudio de fauna, condicionaron que fueran pocas las especies de herpetofauna observadas. Esto es importante de mencionar, porque él no encontrar una mayor cantidad de las especies documentadas bibliográficamente, no significa su ausencia en los sitios de muestreo. Se considera que, si se realizan muestreos en otras épocas del año, particularmente entre los meses de mayo a septiembre, se podría registrar un mayor número de especies y de esta forma, se tendría una lista de especies más cercana a la lista de especies bibliográficas que se incluye en este estudio. Por lo tanto, todas las especies de este grupo han sido tomadas en cuenta.

Aves.

Contando tanto los registros de tipo bibliográfico como de campo, se detectó un total de 22 especies de aves dentro del SAR. Durante el desarrollo de los trabajos de campo, se registraron 6 especies adicionales dentro del predio del proyecto, lo cual da un total de 28 especies registradas. Las familias que acumularon el mayor número de especies son Emberizidae y Anatidae, con 4 y 3 especies, respectivamente. En la siguiente tabla se presenta el listado de aves.

Tabla 4.4.5-4. Listado faunístico (aves). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; P: Predio del proyecto.

N°	Especie	Familia	Nombre común	NOM-059	Ubicación
1	<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	Aura común	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
2	<i>Anas platyrhynchos</i>	Anatidae	Pato mexicano	A*	SAR(B y V)
3	<i>Mareca americana</i>	Anatidae	Pato chalcuan	NO	SAR(B y V)
4	<i>Spatula clypeata</i>	Anatidae	Pato cucharón norteco	NO	SAR(B y V)
5	<i>Buteo jamaicensis</i>	Accipitridae	Aguililla cola roja	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
6	<i>Circus cyaneus</i>	Accipitridae	Aguililla ratonera	NO	PREDIO(V)
7	<i>Falco sparverius</i>	Falconidae	Cernícalo americano	NO	SAR(B y V)
8	<i>Grus canadensis</i>	Gruidae	Grulla gris	Pr	SAR(B y V)
9	<i>Zenaida asiatica</i>	Columbidae	Paloma de alas blancas	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
10	<i>Zenaida macroura</i>	Columbidae	Paloma huilota	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
11	<i>Geococcyx californianus</i>	Cuculidae	Correcaminos	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
12	<i>Sayornis saya</i>	Tyrannidae	Papamoscas boyero	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
13	<i>Corvus corax</i>	Corvidae	Cuervo	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
14	<i>Auriparus flaviceps</i>	Remizidae	Baloncillo	NO	SAR(B y V)
15	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Troglodytidae	Matraca desértica	NO	PREDIO(V)
16	<i>Mimus polyglottos</i>	Mimidae	Cenzontle	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
17	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Mimidae	Pitacoche	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
18	<i>Lanius ludovicianus</i>	Laniidae	Verdugillo	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
19	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardinalidae	Zaino	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
20	<i>Amphispiza bilineata</i>	Emberizidae	Zacatero garganta negra	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
21	<i>Pipilo fuscus</i>	Emberizidae	Viejita	NO	PREDIO(V)
22	<i>Poocetes gramineus</i>	Emberizidae	Gorrión cola blanca	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
23	<i>Spizella breweri</i>	Emberizidae	Chimbita de Brewer	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
24	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Fringillidae	Pinzón mexicano	NO	SAR(B y V) y PREDIO(V)
25	<i>Sialia currucoides</i>	Turdidae	Ventura de montaña	NO	PREDIO(V)
26	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Icteridae	Tordo ojo amarillo	NO	SAR(B y V)
27	<i>Sturnella neglecta</i>	Icteridae	Triguera de occidente	NO	PREDIO(V)
28	<i>Passer domesticus</i>	Passeridae	Gorrión casero	NO	PREDIO(V)

Fuente: MIA Modalidad Regional de la Estación de Compresión San Juan.

Las aves que se registraron en el SAR pueden reunirse en tres grandes grupos. El primer grupo lo comprenden las aves acuáticas, que en este estudio incluyó aves de los órdenes Anseriformes y Gruiformes, registrando 3 especies de patos y una grulla, vistos cerca de los cuerpos de agua que existen dentro del SAR.

De esta manera, como las aves acuáticas de este estudio se localizaron asociadas a cuerpos o corrientes de agua que existen en el SAR, en lo general, se distribuyen lejos del predio del proyecto.

El segundo grupo lo comprenden las aves rapaces y carroñeras. Estas aves tienen una distribución amplia dentro del SAR. Al menos tres de estas especies fueron observadas en sobrevuelo sobre el predio del proyecto.

Finalmente, el tercer grupo lo comprenden aves que pertenecen a los órdenes Columbiformes, Cuculiformes y Passeriformes. Es decir, palomas, correcaminos y aves cantoras.

En general, las aves de este grupo también tienen una distribución amplia dentro del SAR, y se registran con frecuencia dentro de las zonas agrícolas e incluso, algunas de ellas, dentro de las localidades urbanas. Es decir, son tolerantes a la actividad humana y con frecuencia, incluso están asociadas a ella. Esto es uno de los resultados de la transformación que se observa cerca del predio del proyecto. Sin embargo, también habitan en los distintos tipos de vegetación natural (primaria y secundaria) que existen dentro del SAR. Por lo tanto, varias de estas especies se observaron dentro del predio del proyecto.

Mamíferos.

Contando tanto los registros de tipo bibliográfico como de campo, se detectó un total de 42 especies de mamíferos dentro del SAR. Si sólo se consideran las especies detectadas o vistas dentro del predio del proyecto, su número es de 10 especies.

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies correspondiente.

Tabla 4.4.5-5. Listado faunístico (mamíferos). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; R: Rastro; I: Informe de pobladores.

N°	Especie	Familia	Nombre común	NOM-059	Ubicación
1	<i>Canis latrans</i>	Canidae	Coyote	NO	SAR(B) PREDIO(I)
2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Canidae	Zorra gris	NO	SAR(B) PREDIO(I)
3	<i>Puma concolor</i>	Felidae	Puma	NO	SAR(B) PREDIO(I)
4	<i>Lynx rufus</i>	Felidae	Gato montés	NO	SAR(B)
5	<i>Mephitis macroura</i>	Mephitidae	Zorrillo	NO	SAR(B) PREDIO(I)
6	<i>Antrozous pallidus</i>	Vespertilionidae	Murciélago pálido	NO	SAR(B)
7	<i>Corynorhinus townsendii</i>	Vespertilionidae	Murciélago	NO	SAR(B)
8	<i>Myotis velifer</i>	Vespertilionidae	Murciélaguito pardo	NO	SAR(B)
9	<i>Myotis yumanensis</i>	Vespertilionidae	Murciélago	NO	SAR(B)
10	<i>Parastrellus hesperus</i>	Vespertilionidae	Murciélago	NO	SAR(B)
11	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Sciuridae	Ardilla de las rocas	NO	SAR(B y V) PREDIO(V)
12	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Sciuridae	Ardilla moteada de tierra	NO	SAR(B y V)
13	<i>Thomomys umbrinus</i>	Geomysidae	Tuza de dientes lisos	NO	SAR(B)
14	<i>Mus musculus</i>	Muridae	Ratón	NO	SAR(B)

Tabla 4.4.5-5. Listado faunístico (mamíferos). B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; R: Rastro; I: Informe de pobladores.

N°	Especie	Familia	Nombre común	NOM-059	Ubicación
15	<i>Baiomys taylori</i>	Cricetidae	Ratón pigmeo	NO	SAR(B)
16	<i>Neotoma albigula durangae</i>	Cricetidae	Rata magueyera	NO	SAR(B) PREDIO(RyV)
17	<i>Onychomys torridus</i>	Cricetidae	Ratón saltamontes	NO	SAR(B)
18	<i>Peromyscus boylii rowleyi</i>	Cricetidae	Ratón	NO	SAR(B) PREDIO(V)
19	<i>Peromyscus eremicus eremicus</i>	Cricetidae	Ratón	NO	SAR(B)
20	<i>Peromyscus gratus</i>	Cricetidae	Ratón piñonero	NO	SAR(B)
21	<i>Peromyscus leucopus tornillo</i>	Cricetidae	Ratón	NO	SAR(B)
22	<i>Peromyscus maniculatus blandus</i>	Cricetidae	Ratón de campo	NO	SAR(B)
23	<i>Peromyscus pectoralis</i>	Cricetidae	Ratón montero de encinares	NO	SAR(B)
24	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Cricetidae	Ratón silvestre moreno	NO	SAR(B)
25	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Cricetidae	Ratón silvestre orejudo	NO	SAR(B)
26	<i>Reithrodontomys montanus</i>	Cricetidae	Ratón	NO	SAR(B)
27	<i>Sigmodon fulviventris</i>	Cricetidae	Rata	NO	SAR(B)
28	<i>Sigmodon hispidus</i>	Cricetidae	Rata algodónera	NO	SAR(B)
29	<i>Dipodomys merriami ambiguus</i>	Heteromyidae	Rata canguro	NO	SAR(B)
30	<i>Dipodomys nelsoni</i>	Heteromyidae	Rata canguro	NO	SAR(B)
31	<i>Dipodomys ordii</i>	Heteromyidae	Rata canguro	NO	SAR(B)
32	<i>Dipodomys spectabilis</i>	Heteromyidae	Rata canguro de Phillip	NO	SAR(B)
33	<i>Heteromys irroratus alleni</i>	Heteromyidae	Ratón espinoso	NO	SAR(B)
34	<i>Perognathus flavus</i>	Heteromyidae	Ratón de abazones	NO	SAR(B)
35	<i>Perognathus hispidus</i>	Heteromyidae	Ratón espinoso	NO	SAR(B)
36	<i>Perognathus merriami gilvus</i>	Heteromyidae	Ratón de abazones	NO	SAR(B)
37	<i>Perognathus nelsoni</i>	Heteromyidae	Ratón de abazones	NO	SAR(B)
38	<i>Perognathus penicillatus eremicus</i>	Heteromyidae	Ratón de abazones	NO	SAR(B)
39	<i>Lepus californicus texianus</i>	Leporidae	Liebre cola negra	NO	SAR(B) PREDIO(RyV)
40	<i>Lepus callotis</i>	Leporidae	Liebre torda	NO	SAR(B)
41	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Leporidae	Conejo del desierto	NO	SAR(B) PREDIO(RyV)
42	<i>Odocoileus virginianus</i>	Cervidae	Venado cola blanca	NO	SAR(B) PREDIO(I)

Fuente: MIA Modalidad Regional de la Estación de Compresión San Juan.

Para este grupo de vertebrados la mayoría de los registros generados en este estudio, fueron proporcionados por informe de un poblador local: Coyote, puma, venado, zorra y zorrillo, quién además mencionó que ya es raro verlos cerca del predio del proyecto. Es conveniente señalar que se considera que estos registros son válidos, pues el informante describió correctamente las especies, además, todas ellas cuentan con registro bibliográfico dentro del SAR. Tres registros más fueron a partir de rastros: Conejo, liebre y rata. Por captura sólo se registró una especie (*Peromyscus boylii*) y se logró fotografiar una ardilla de las rocas. En el SAR además se logró el registro de la ardilla moteada de tierra.

Se tiene un buen registro de las especies a nivel bibliográfico, por lo que se considera que las especies aquí reportadas realmente dan una buena idea de la mastofauna que existe dentro del SAR. Es conveniente señalar que todas las especies que se registraron dentro del predio tienen una distribución amplia a escala estatal e incluso nacional.

Presencia de especies de la fauna bajo régimen de protección legal.

Con el objeto de verificar si alguna de las especies de la fauna silvestre detectadas está en algún estatus de protección legal, se compararon los listados de especies que se obtuvieron, con los listados contenidos en 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; y los Listados de la especies reportadas en la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre).

Los resultados para la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.4.5-6. Tabla VI.2.2-4 Especies protegidas. B: Reporte Bibliográfico; V: Visita de campo; A: Amenazada; Pr: Protección especial; *: Endémica.

N°	Especie	Orden	Familia	Nombre común	NOM-059	Ubicación
Reptiles						
1	Kinosternon hirtipes	Testudines	Kinosternidae	Tortuga pecho quebrado pata rugosa	Pr	SAR(B)
2	Crotaphytus collaris	Squamata	Crotaphytidae	Lagartija de collar del altiplano	A	SAR(B)
3	Coleonyx brevis	Squamata	Gekkonidae	Cuija texana	Pr	SAR (B y V)
4	Masticophis flagellum	Squamata	Colubridae	Culebra chirriadora común	A	SAR (B y V)
5	Thamnophis eques	Squamata	Colubridae	Culebra listonada del sur mexicano	A	SAR(B)
6	Crotalus atrox	Squamata	Viperidae	Víbora de cascabel	Pr	SAR (B y V)
7	Crotalus molossus	Squamata	Viperidae	Cascabel del monte	Pr	SAR (B y V)
8	Crotalus scutulatus	Squamata	Viperidae	Víbora de cascabel	Pr	SAR(B)
Aves						
1	Anas platyrhynchos	Anseriformes	Anatidae	Pato mexicano	A*	SAR (B y V)
2	Grus canadensis	Gruiformes	Gruidae	Grulla gris	Pr	SAR (B y V)

Fuente: MIA Modalidad Regional de la Estación de Compresión San Juan.

De acuerdo con los reportes bibliográficos y resultados de los trabajos de campo, dentro del SAR se ha documentado la presencia de 3 especies de anfibios, 20 de reptiles, 28 de aves y 42 taxa de mamíferos. Los resultados para el predio del proyecto son: 21 de aves y 10 de mamíferos.

4.5. Análisis preliminar de riesgo.

El análisis preliminar de riesgos se considera como una herramienta eficaz para identificar desviaciones de las buenas prácticas de seguridad recomendadas para el diseño y análisis de riesgos de instalaciones de producción o manejo de hidrocarburos, como parte de las metodologías denominadas como preliminar, este estudio contempla el desarrollo de un Análisis Historio, el cual se comenta más a detalle.

El análisis histórico de accidentes (AHA), es una buena técnica preliminar o inicial, que da la pauta de los principales registros históricos de accidentes, y particularmente da la base para el desarrollo de otras técnicas más detalladas. De lo anterior esta metodología se utilizó como base para la identificación preliminar de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones semejantes a la Estación de Compresión San Juan.

4.5.1. Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares.

La tecnología relacionada con el manejo de Gas Natural tiene un récord excelente de seguridad operacional y de rendimiento en los últimos 20 años. No obstante, durante la

construcción y puesta en marcha de este tipo de instalaciones se han registrado algunos incidentes, principalmente relacionados con el uso de gas natural para limpieza o purga de las líneas de gas previo al inicio de operaciones.

Por lo anterior durante la etapa de construcción el contratista deberá estar obligado a implementar y desarrollar un plan de seguridad detallado, revisado y aprobado por el dueño de la instalación, previo al inicio de la etapa de operación.

Accidentes por el manejo de gas natural en los Estados Unidos de América.

A continuación, se presenta la descripción de accidentes de manejo de gas natural más relevantes tomados de la base de datos de la Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB, por sus siglas en inglés) ocurridos en los últimos 10 años.

Kleen Energy en Middletown, Connecticut (2010).

Seis trabajadores perdieron la vida durante una actividad de trabajo prevista para limpiar los residuos de las tuberías de gas natural en Kleen Energy en Middletown, en el Estado de Connecticut. Para remover los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron gas natural a alta presión, aproximadamente a 650 psig. Durante este proceso el gas natural encontró una fuente de ignición y explotó.

Con Agra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte (Junio, 2009).

La CSB realizó una investigación de una explosión de gas natural catastrófico que ocurrió en las instalaciones de la planta de Con Agra Slim Jim en Garner, en el estado de Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009. Ese accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas y causó heridas a otras 67 personas. El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectada a un calentador de agua. Debido a las dificultades para encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad.

La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición, causando daños en los edificios de la planta. La explosión también causó daño a la tubería del sistema de la planta de enfriamiento a base de amoníaco, liberando aproximadamente 18,000 libras de amoníaco anhidro al medio ambiente.

Accidentes en México por el manejo de derivados de petróleo

- El 11 de febrero del año 2013, se provocó accidentalmente una explosión de gas natural por trabajadores de la empresa OHL, quienes golpearon un ducto, de 10 in de diámetro de la empresa Gas Natural de México S.A. (Diganamex), al realizar trabajos de perforación para la construcción de un puente vehicular del Circuito Exterior Mexiquense, tercera etapa, resultando dos personas lesionadas y el desalojo de poco más de cinco mil habitantes.
- El siete de abril del año 2013 PEMEX precisó que el incendio se presentó en el gasoducto de 16 in Cinco Presidentes - Complejo Procesador de Gas La Venta, el cual

fue ocasionado por el gas L.P. de una retroexcavadora de una empresa privada, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio de Huimanguillo, resultando tres personas afectadas por ese accidente, a quienes no reporta con mayores problemas tras ser atendidas por servicios médicos comunitarios.

- El día 8 de Julio del año 2005 a las 10:45 PM a la altura del km 22 de la nueva autopista Reforma-Dos Bocas, personal de una compañía particular bajo cargo del gobierno estatal realizaba reparaciones en el puente "Dren Dos" debido a que presentaba asentamientos, se provocó la fuga de un gasoducto de 48 in de diámetro recubierto con una capa aislante de 12 cm, el cual fue golpeado por una retroexcavadora provocando una fractura y fuga que se observa como burbujeo. Al no poder corregirla optan por suspender actividades y el personal de la empresa contratista abandonan el lugar.
- En el año 2001 se presentó una fuga en el gasoducto de 10 in de diámetro del cabezal Muspac-Batería Chiapas, la causa se relaciona con una falla de poro por corrosión exterior, se desfogó el ducto para despresurizarlo y efectuar reparación provisional.
- En el año 2000, fuga en gasoducto de 36 in de diámetro, A.P. Acometida Chiapas, la causa fue falla por rotura causando explosión, se realizó operativo de cierre de pozo e instalaciones y paro del envío de gas.
- Accidente en gasoducto de gas amargo de PEMEX, el 21 de Septiembre de 1991 en Cunduacán, Tabasco al estallar un ducto de 16 in de diámetro, fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte en la línea que transportaba gas amargo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte.
- Fuga en gaseoducto de gas natural de PEMEX, fecha 15 de Junio de 1992 en Xalostoc, debido a la ruptura de una válvula de alivio. No se reportaron daños ni víctimas.
- Diciembre de 1986, se presentó una fuga de gas natural en el gasoducto cercano al Municipio de Cárdenas, dicho incidente provocó dos personas intoxicadas y más de 20,000 personas evacuadas, la causa no fue reportada¹⁰.

Estadísticas de accidentes en México

El Instituto Nacional de Ecología (INE), a través del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA) supervisado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) clasificó las sustancias involucradas con mayor número de accidentes en distintos de procesos que se realizan en México.

Tabla 4.5.1-1 Sustancias de mayor índice de accidentes (1996-2002)

Nombre de la Sustancia	% de Accidentes
Petróleo Crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diésel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.26
Solventes Orgánicos	1.09
Otras Sustancias	27.21

De igual forma en los siguientes párrafos se indican algunos accidentes derivados del manejo de Gas Natural por ducto en México.

A continuación, se describirán los accidentes e incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de proyectos y/o instalaciones similares y en su caso, aquellos ocurridos en sus propias Instalaciones. Resulta pertinente que se cubran los aspectos mínimos a verificar, donde se hayan aplicado las mejores prácticas nacionales e internacionales, así como haber implementado las lecciones aprendidas derivadas de los accidentes e incidentes relacionados con este tipo de proyectos y/o Instalación. Para lo anterior, en la siguiente tabla se describen el histórico de accidentes, considerando: Evento, las causas, las sustancias involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación y las acciones realizadas para su atención.

El gas natural se transporta generalmente a través de gasoducto, siendo uno de los medios más utilizados, la experiencia en México que se tiene en antecedentes de accidentes es la siguiente:

Tabla 4.5.1-2. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad o País	Instalación	Sustancia(s) Involucrada(s)	Evento o causa del Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
1	1991	Guanajuato, México	Gasoducto de PEMEX	Gas Natural	No hay datos	No se reportaron daños ni víctimas	No hay datos
2	1991	Cunduacán, Tabasco	Gasoducto de 16" Ø de PEMEX	Gas Amargo	Explosión de ducto de 16" Ø (trabajos de corte en línea de gas crudo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte)	6 obreros de PEMEX Fallecieron	Plan de Respuesta PRE
3	1992	Xalostoc, Estado de México.	Gasoducto de PEMEX	Gas Natural	Ruptura de una válvula de alivio	No se reportaron daños ni víctimas	No hay datos
4	1994	Cunduacán, Tabasco	Gasoducto de 24" Ø de PEMEX	Gas Amargo	No hay datos	Daños materiales a 300 metros cuadrados, por lo menos 15 personas con quemaduras de segundo grado y una persona murió.	No hay datos
5	1995	Guadalajara, Jalisco	Gasoducto de PEMEX	Gas Natural	Debido a que personas golpearon el ducto por error, al confundirlo con una tubería de agua.	No se reportaron daños ni víctimas	No hay datos
6	1995	Cd. PEMEX-Cactus	Gasoducto de 48" Ø de PEMEX	Gas Natural	Se desconoce las causas del siniestro	Daños materiales, muertos y heridos	No hay datos

Tabla 4.5.1-2. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad o País	Instalación	Sustancia(s) Involucrada(s)	Evento o causa del Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
7	1996	Boca Cárdenas, Tabasco	Gasoducto de PEMEX	Gas Natural	Mantenimiento (cambio de válvula)	Provocó un muerto y cuatro heridos al momento que trabajadores cambiaban una válvula.	No hay datos
8	1996	Atasta-Cd. PEMEX	Gasoducto de PEMEX	Gas Natural	Interconexión de un by-pass	un trabajador resultó herido	No hay datos

No se cuenta en México con un centro de información que concentre los datos de accidentes ocurridos en los gasoductos, así como la investigación realizada a los mismos para determinar las causas.

Como resultado de este análisis se observa que, en términos generales, la frecuencia de ocurrencia de incidentes y/o accidentes en este tipo de instalaciones, es baja a pesar de que el gas natural es una sustancia altamente inflamable, esto puede deberse al incremento de las medidas, equipos y sistemas de seguridad, así como a la creación y mejora de leyes y reglamentos y la toma de conciencia por parte de la población.

Las causas más frecuentes de este tipo de eventos, se deben a fallas técnicas y errores humanos, por otro lado, las consecuencias más frecuentes son paro de proceso, emisiones, incendios y explosiones.

4.5.2. Lista de verificación.

El análisis preliminar de riesgos realizado mediante la técnica de lista de verificación, para el diseño de la Estación de Compresión San Juan, se basó en la norma oficial mexicana NOM-007-ASEA-2016 "Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos", ya que esta norma en su Capítulo 7 "Diseño" establece los criterios para el diseño de sistemas de transporte y en Apartado E "Estaciones de Compresión" establece dichos criterios específicamente para este tipo de instalaciones. Por lo tanto, la lista de verificación aplicada a la Estación de Compresión se acotará al Capítulo 7/Apartado E, de la NOM-007-ASEA-2016.

Con los requisitos normativos establecidos en esta sección, se cubre el diseño de la:

- Estación de compresión

De la aplicación de la lista de verificación se obtuvo que la Estación de Compresión San Juan, cumple con el 96% de los requisitos aplicables.

Se analizaron un total de 29 requisitos de la sección E del punto 7 de la NOM-007-ASEA-2016, para la parte correspondiente al diseño de la Estación de Compresión. Se identifican 1 requisito no cumplidos y uno cumplido parcialmente, ambos están en evaluación para su implementación, por lo tanto, la instalación cumple con la mayoría de los requisitos aplicables.

En el Anexo 4e. Análisis Preliminar de Riesgos, se puede consultar la evaluación de la lista de verificación aplicada a las instalaciones de la estación de compresión.

4.6. Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos.

El Análisis de Riesgo de Proceso para el proyecto denominado "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso de operación, el cual está dividido en diferentes etapas como:

- Análisis de Riesgo Cualitativo.
- Análisis de Riesgo Cuantitativo.

Dentro de cada una de las etapas se emplean diferentes metodologías, de acuerdo a las necesidades del proyecto se seleccionarán las más adecuadas.

4.6.1. Análisis cualitativo de riesgo.

El proceso de realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos consiste en evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados.

El nivel de riesgo se define como Cualitativo cuando se realiza una aproximación inicial que no refleja el rigor del análisis detallado objetivo. El nivel de riesgo se puede calificar como alto, medio o bajo, dependiendo del impacto que suponga para la consecución del proyecto y de la probabilidad de que el evento ocurra.

En función de las combinaciones entre impacto y probabilidad (Matriz de Impacto y Probabilidad) podremos determinar la importancia que debemos otorgar al riesgo evaluado. Además, nos permitirá planificar la realización del Análisis Cuantitativo.

4.6.1.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Elección de la metodología.

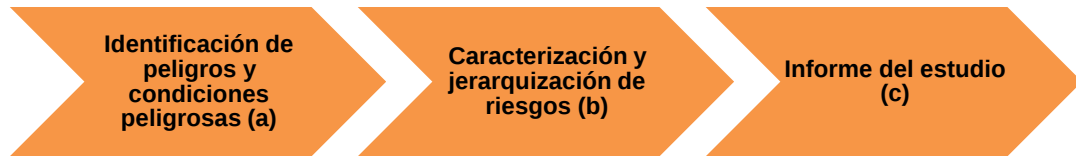
Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento, correspondiente al proyecto denominado: "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", se desglosan a continuación:

1. Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por Fermaca.
2. Para la estimación de valores de frecuencia y consecuencia se utilizaron los valores de tolerabilidad del Riesgo establecidos por FERMACA y validados en su SASISOPA.

Asimismo, la aplicación de una metodología de identificación de peligros está en apego a lo descrito en los siguientes lineamientos:

3. IEC 61882, Gestión de la confiabilidad - Estudios de peligro y operabilidad (HazOp).
4. Chemical Industries Association, Guía de Estudios de Peligros y Operabilidad, Reino Unido, 1987.

En la figura siguiente puede observarse las etapas a seguir para el desarrollo del presente estudio.



Del diagrama de bloques antes mostrado, se señala que la etapa de identificación de peligros y/o riesgos es la fase previa y decisiva de un Análisis de Riesgo cuyo propósito final es determinar una serie de eventos tipo denominado hipótesis accidentales que se pueden producir en una instalación.

Es importante señalar que, como alcance de este documento, se contempla el desarrollo y análisis de los incisos a), b), c), por lo que en este documento se hará mención a información resultante de la metodología de identificación de riesgos utilizada para el caso de estudio. El objetivo primordial para la utilización de esta metodología, es el identificar la evolución del suceso iniciador (identificado a través de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros HazOp) el cual dependerá de la naturaleza del escenario en el que sucede y de las condiciones de ocurrencia.

La base primordial es que, una vez identificado el suceso iniciador a través de esta técnica, se procederá a estudiar su evolución, los cuales estarán en función de factores condicionantes y que se agruparán de manera lógica y obtener un listado de los accidentes o eventos finales más característicos de la instalación cuya ocurrencia podrá ser debida a varias secuencias de evolución de iniciadores.

Para la elaboración del presente documento, el grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo aplicó para la identificación de riesgos la metodología: HazOp y What if?

El presente informe fue elaborado por la empresa Territorio y Medio Ambiente, S.A. de C.V., con base a la información proporcionada por Fermaca, la cual desarrolló el diseño de la ingeniería referente al proyecto denominado: "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", así como de la información derivada de las sesiones HazOp llevado a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

Descripción y Desarrollo de la Metodología para la Identificación de Riesgos.

El Estudio de Riesgo y Operabilidad (HazOp) del proyecto denominado: "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", está integrado por una serie de metodologías cuyo objeto es el identificar las principales desviaciones durante el proceso, los cuales son:

- Metodología HazOp.
- Metodología: What if?
- Jerarquización de Riesgos.

La descripción de la metodología se da a continuación:

Metodología HazOp.

La técnica de análisis de peligros y operabilidad "HazOp" se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades puedan interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis "HazOp" fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, AICHE 1999.

Para desarrollar un estudio HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

El HazOp (Hazard and Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la Tabla 4.6.1.1-1.

Tabla 4.6.1.1-1. Palabras Guía más Utilizadas en la Metodología HazOp.

Palabras Guía	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

Como se mencionó anteriormente, cuando las palabras guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:

1. La lista de las posibles causas.
2. La lista de las consecuencias.
3. La respuesta automática del sistema ante la desviación.
4. El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.
5. Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.
6. Comentarios: cualquier tipo de anotación para completar alguno de los puntos.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento, etc.). Las hojas de trabajo correspondiente a la aplicación de la metodología HazOp para el proyecto denominado: "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**".

Terminología Utilizada en el Estudio HazOp.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para la identificación de peligros y jerarquización de riesgos mediante la metodología HazOp, se utilizan varios términos con significado especial:

- **Nodo:** Son los puntos o secciones donde el proceso cumple con una función específica de diseño. Los nodos normalmente son secciones de tubería, recipientes u otro equipo (la amplitud del nodo depende de la experiencia del equipo de trabajo y de la experiencia que se tenga del proceso). La selección de nodos los define usualmente el líder del estudio antes de las reuniones de trabajo.
- **Parámetro:** Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que digan que está sucediendo.
- **Intención:** La intención define como se espera que el sistema opere en el nodo. La intención provee un punto de referencia para desarrollar desviaciones.
- **Palabra Clave:** Esta es una palabra o frase utilizada para calificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para describir desviaciones.

- **Desviación:** Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo.

Los objetivos del HazOp son:

- Identificación de peligros, donde se identifican las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- Identificación de problemas de operabilidad, donde se identifican los problemas potenciales, operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

Metodología What if? (o ¿Qué pasa si?).

La técnica denominada ¿Qué pasa si...? tiene el objetivo de lograr la determinación de las posibles desviaciones de una instalación durante alguna de sus etapas principales.

Podemos decir que los objetivos fundamentales de este método son:

- Identificar aquellos eventos que podrían provocar accidentes de significativa importancia.
- Mejorar la operatividad de una determinada instalación industrial.
- Identificar de un modo efectivo las condiciones y situaciones de carácter peligroso más probables que pueden ser el producto de aplicar métodos o controles inadecuados.
- Aportar las sugerencias necesarias para poder dar inicio a un proceso operativo reduciendo el riesgo que puede llevar asociado una instalación.

Consiste en el planteamiento de las posibles desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones y operación de una determinada instalación industrial, utilizando la pregunta que da origen al nombre del procedimiento: "¿Qué pasaría si...?".

Requiere un conocimiento básico del sistema y cierta disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles, por lo que normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

Si queremos mejorar nuestro análisis del sistema lo más recomendable es dividir la totalidad de un proceso en subprocesos o subsistemas, de tal forma que se pueda hacer un análisis más ordenado y exhaustivo de cada una de las etapas del proceso.

Esta técnica hará uso de la creatividad de las personas encargadas o responsables de la evaluación del proceso, que son los que deberán generar una lista de preguntas del tipo ya mencionado. No olvidemos que esta lista de preguntas deberá estar dividida por procesos. Ejemplo:

- ¿Qué pasa si falla la bomba? ¿Y si se llena el tanque de almacenamiento?
- ¿Qué pasa si el caudal de carga falla? ¿Y si existiera un retroceso del producto?

- ¿Qué pasa si aumenta la presión? ¿Y si no funcionan las válvulas de seguridad?

Se puede aplicar a cualquier instalación o área o proceso: instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc. Las preguntas se formulan y aplican tanto a proyectos como a plantas en operación, siendo muy común ante cambios en instalaciones ya existentes.

El equipo de trabajo lo forman 2 ó 3 personas especialistas en el área a analizar con documentación detallada de la planta, proceso, equipos, procedimientos, seguridad, etc.

El resultado es un listado de posibles escenarios o sucesos incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción o eliminación del riesgo.

La metodología de análisis ¿Qué pasa Sí? Comúnmente se utiliza en las siguientes etapas del proceso: Diseño Conceptual, Operación de la Planta Piloto, Ingeniería de Detalle, Construcción y Arranque, Operaciones de Rutina, Expansión o modificación, investigación de accidentes, desmantelamiento.

Para el caso del proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**". Se aplica a los servicios auxiliares.

En el desarrollo de la metodología What If? o ¿Qué pasa Si...?, se utiliza como herramienta una hoja de trabajo la cual además de contener la pregunta ¿Qué pasa Si...?, en la cual va involucrada la desviación, debe contener las siguientes columnas:

Consecuencias: Son los resultados que pueden presentarse en caso de que ocurran las desviaciones en forma de pregunta realizada, (por ejemplo: una liberación de material tóxico). Note que las consecuencias de una desviación frecuentemente difieren para cada causa de la desviación.

Salvuardas: Son los mecanismos y controles con los que cuenta la instalación para evitar o minimizar las consecuencias de cada pregunta o desviación realizada.

Recomendaciones: Son las acciones sugeridas por el equipo de trabajo para prevenir o aminorar las consecuencias establecidas. Note que habrá recomendaciones siempre que las salvuardas sean insuficientes o poco confiables, así como también cuando se requiera mayor información o ejecución de estudios.

Método de árboles de fallos.

Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos en la medida que proporcionan resultados cualitativos y cuantitativos.

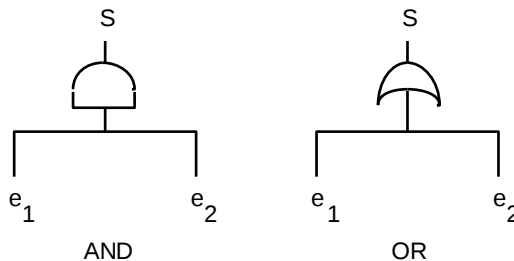
Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole que permite determinar la expresión de un suceso estudiado en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

El primer paso consiste en identificar el suceso "no deseado" o suceso TOP que ocupará la cúspide de la estructura gráfica representativa del árbol. De la definición clara y precisa del TOP depende todo el desarrollo del árbol.

Con este TOP se establecen de forma sistemática todas las causas inmediatas que contribuyen a su ocurrencia. Se han definido de esta forma los llamados sucesos intermedios que, a su vez, pueden ser descompuestos en sus causas directas. En la representación del árbol estos sucesos intermedios se reseñan en los recuadros rectangulares. La unión entre dos distintos sucesos se realiza mediante puertas lógicas.

Los dos tipos más elementales corresponden a las puertas AND y OR. La puerta OR se utiliza para indicar un "O" lógico. El símbolo es el indicado más abajo y significa que la salida lógica S ocurrirá siempre y cuando ocurra por lo menos una de las dos entradas lógicas e1, e2.

La puerta AND se utiliza para indicar un "Y" lógico. El símbolo es el indicado más abajo. Para que ocurra la salida lógica S es necesario que ocurran conjuntamente las dos entradas lógicas e1, e2.



Se suelen numerar las puertas del árbol para facilitar su identificación.

El proceso de descomposición de un suceso intermedio se repite sucesivas veces hasta llegar a los sucesos básicos o componentes del árbol. Estos son eventos que no requieren mayor desglose, bien porque su análisis no proporcionará información adicional, o bien porque su tasa de fallo se puede encontrar directamente en los bancos de datos de fiabilidad disponibles. Los sucesos básicos representan indistintamente un fallo de un equipo, un error humano de operación o incluso la ocurrencia de un suceso externo (incendio, terremoto, etc.), en cuyo caso, el dato utilizado es una frecuencia de aparición. En la representación del árbol se suelen indicar en círculos y se numeran para mayor comodidad.

En el análisis cabe destacar dos fases bien diferenciadas. La primera consiste en la elaboración del árbol, y es donde se deben integrar todos los conocimientos sobre el funcionamiento y operación de la instalación.

La segunda fase consiste en cuantificar el árbol de fallos. Para ello se reduce la lógica del árbol hasta obtener las combinaciones mínimas de sucesos primarios cuya ocurrencia simultánea garantiza la ocurrencia del propio TOP. Cada una de estas combinaciones, también llamadas conjunto mínimo de fallos ("minimal cut-set" en la nomenclatura anglosajona), corresponde a la intersección lógica (en Algebra de Boole) de varios sucesos elementales. Como por hipótesis de los árboles de fallos se supone que los sucesos básicos son mutuamente independientes (es decir que la ocurrencia de uno de ellos no tiene influencia sobre la ocurrencia de otro), la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos viene dada por el producto de las probabilidades de los sucesos elementales que los componen.

A su vez el suceso TOP viene representado por la unión lógica de todos los N conjuntos mínimos de fallos y se evalúa su probabilidad –P (TOP)- aplicando la fórmula correspondiente:

$$P(TOP) = \sum_{i=1}^N C_i - \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N C_i * C_j + \sum_{i=1}^{N-2} \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{k=i+2}^N C_i * C_j * C_k + \dots$$

$$\dots + (-1)^{N-1} * C_i * C_j * \dots * C_N$$

Donde C_i designa la probabilidad de un conjunto mínimo de fallos:

$$C_i = \prod_{s=1}^P a_s$$

Siendo así la probabilidad de s-ésimo suceso básico del conjunto mínimo de P sucesos (o de orden P).

El cálculo de frecuencia obtenido de los árboles de fallos, se ha basado en la bibliografía existente, concretamente se ha utilizado el SERH (Safety Equipment Reliability Handbook, 3ª edición; 2007) y en OREDA (Offshore Reliability Data 4ª. Edición 2002) Los criterios utilizados para determinar las probabilidades de fallo de los instrumentos y válvulas, son los siguientes: Para las válvulas se han utilizado tasas de fallo al operar medio (abierto o cerrado) y falla no detectada.

Por otra parte, el cálculo de frecuencias para un determinado evento se encuentra asociado al Tipo Ce elemento que origina el fallo, es decir, como criterio general para el desarrollo del mismo se considera lo siguiente:

Para el cálculo de frecuencia para una determinada válvula o cualquier otro Tipo Ce componente que está en stand-by y sólo opera en caso de demanda, se considera la obtención de PFD (Probabilidad de Falla a la Demanda) por medio de la obtención de λ (Tasa de Fallo) de las bases de datos SERH y OREDA, y multiplicándolo por el factor 8,769 para obtener la tasa de fallos por año.

Método de los árboles de eventos (o sucesos).

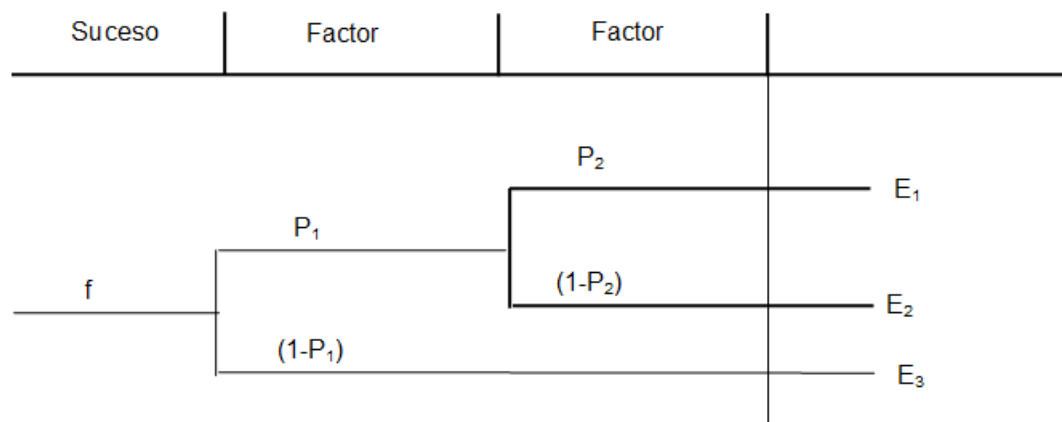
El árbol de eventos o análisis de secuencia de sucesos es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa la evaluación de un suceso iniciador hasta el accidente final en función de las características del iniciador, del entorno y de los sistemas de protección.

Partiendo del fallo inicial o iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol comienza por la identificación de los factores condicionantes y sus probabilidades de ocurrencia (éxito/fallo) de cada uno de ellos (incluso, si es preciso, recurriendo a un árbol de fallos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y partiendo del iniciador se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P) y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los "cabezales" se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos. El árbol de sucesos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:



Dónde:

f = frecuencia del suceso iniciador

P_i = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i

$1-P_i$ = probabilidad de no ocurrencia (fallo) del suceso i

fE_i = frecuencia del evento E_i , con

$fE_1 = f \cdot P_1 \cdot P_2$

$fE_2 = f \cdot P_1 \cdot (1-P_2)$

$$fE3 = f*(1-P1)$$

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

Premisas y criterios para el desarrollo de la metodología.

Los criterios bajo los cuales se desarrollaron las diferentes etapas que integran el presente documento correspondiente a la evaluación de consecuencias para el proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", se desglosan a continuación:

1. Los documentos como: Procedimientos de servicios y Planos de Localización, empleados para el desarrollo de las metodologías de identificación de riesgos.
2. Para la estimación de valores por consecuencia, se han considerado todos los eventos que representen mayores riesgos al personal y a las instalaciones. Dichos eventos son los que se encuentren dentro un riesgo No tolerable, Importante o Moderado, todos estos eventos serán modelados mediante el software PHAST, versión 8.2.
3. Los criterios técnicos considerados para la simulación de los eventos seleccionados (composición de la mezcla, comportamiento de fuga, etc.) están contenidos en la sección referente a la estimación de consecuencias de este documento (Capítulo 4.5.2.2).

Para lo antes descrito, se han considerado criterios y estándares nacionales e internacionales como:

- IEC-61882 "Hazard and operability studies, Application guide",
- TNO-CPR-16E Methods for the Determination of Possible Damage.
- Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004.
- "Guidelines" books was the Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis (CPQRA Guidelines), 2000.

En este apartado se enuncia el desarrollo de la metodología utilizada para la Identificación de riesgos del proyecto denominado: "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**".

Durante el desarrollo de las sesiones de identificación de peligros Hazop/What if?, se utilizó la matriz de riesgo proporcionada por Fermaca.

Matriz de Interacciones.

Este método sirve para jerarquizar los eventos que pueden presentarse, asignando un índice de frecuencia y un índice de consecuencias, tomando al producto de los dos índices para llegar a un índice individual. El índice de frecuencia es determinado por apreciación en vez de realizarlo de una forma rigurosa. El índice de consecuencias se determina en función a la estimación de consecuencias.

Debido a que la asignación de los índices es por apreciación, se están tomando los siguientes criterios utilizados.

Tabla 4.6.1.1-2. Matriz de riesgos Fermaca.

FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Despreciable	Menor	Moderado	Grave	Mayor	Catastrófico
F6	Muy Frecuente	B	B	A	A	A	A
F5	Frecuente	C	B	B	A	A	A
F4	Poco Frecuente	C	C	B	B	A	A
F3	Raro	C	C	C	B	B	A
F2	Muy Raro	C	C	C	C	B	A
F1	Extremadamente Raro	C	C	C	C	C	B

Con los índices de frecuencia y consecuencia, se calcula el índice de riesgo:

Índice de Riesgo (R) = Índice de Frecuencia (F) X Índice de Consecuencia (C)

Para facilitar el cálculo, se realizará la ponderación de la frecuencia de la causa y la severidad de la consecuencia se procede a determinar los índices globales de riesgo, haciendo uso de la matriz de riesgo.

A continuación, se describe cada una de las consecuencias para la matriz de Fermaca.

Tabla 4.6.1.1-3. Descripción de las consecuencias.

Clasificación	Daños al personal	Daños a la población	Daños al medioambiente	Daños a la producción / instalación [USD]
C6 Catastrófico	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de una fatalidad	Lesiones o daños físicos que puedan 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 una semana.	Pérdida total de la instalación. Daños instalación superiores a 500,000,000
C5 Mayor	Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 6 a 30 fatalidades con	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control	Entre 100 días y 1 año de tiempo perdido.

Tabla 4.6.1.1-3. Descripción de las consecuencias.

Clasificación	Daños al personal	Daños a la población	Daños al medioambiente	Daños a la producción / instalación [USD]
	permanente o una fatalidad.	impacto a comunidades cercanas.	implica acciones entre un día y una semana.	Daño a las instalaciones con costo: $\geq 50,000,000$ a $500,000,000$.
C4 Grave	Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que pueden generar 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 entre una hora y un día.	Entre 10 y 100 días de tiempo perdido. Daño a las áreas de proceso (equipo y productos) con costo: $\geq 5,000,000$ y $< 50,000,000$.
C3 Moderado	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica pero que no generan incapacidad.	Ruidos, olores e impacto que se detectan 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 la instalación. El control implica acciones de hasta una hora.	Pérdida de entre 1 y 10 días de producción. Pérdida de producto y/o daño a equipos con costo: $\geq 500,000$ a $5,000,000$.
C2 Menor	Daños leves que no 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 posibilidad de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	Pérdida de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. ($< 500,000$ USD)
C1 Despreciable	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos con lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	No interrupciones al proceso ni a la producción.

Desarrollo de sesiones.

Para la identificación de los riesgos en la instalación se utilizó la metodología cualitativa HazOp y What if..?, aplicada por un grupo multidisciplinario, la cual tiene el objetivo principal el evaluar cualitativamente el número y cuales escenarios peligrosos o accidentales puedan producirse, identificando sus causas, consecuencias y posibles salvaguardas (sistemas de prevención o mitigación).

Integrantes del Equipo Multidisciplinario.

El presente estudio se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario formado por personal de FERMACA, Bcysa y Territorio y Medio Ambiente, dichas sesiones se llevaron a cabo del día 25 al 27 de marzo del 2019, [REDACTED]

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

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

Tabla 4.6.1.1-4. Personal participante en las sesiones.

NOMBRE DE PERSONA
FISICA, ART. 116 PRIMER
PARRAFO DE LA LGTAIP Y
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP

Sergio Eligio Sánchez Cruz	Riesgos y SST BCYSA

NOMBRE DE PERSONA
FISICA, ART. 116 PRIMER
PARRAFO DE LA LGTAIP Y
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP

Desarrollo de las metodologías.

El número de nodos y subsistemas identificados para la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos para el proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**" se muestra en la tabla 4.6.1.1-5 y 4.6.1.1-6.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.1-5. Número de identificación de nodos por la metodología HazOp.

Nodos	ID Equipos	Planos	Alcance del nodo	Intensión de Diseño
1. Filtro Separador FS-3105	Filtro Separador FS-3105/3115 Tipo: Ciclónico, Flujo de diseño: 722 MMPCSD, Presión de diseño: 9928 kPag (1440 psig), Temperatura de diseño: 50°C (323 K), Eficiencia: 999.9% Part. sólidas con tamaño > 10 Micras y 99% de volumen Spray en gotas < 10 Micras a la capacidad de diseño, Material: SA-516 Gr. 70.	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003 Rev. 0 1 de 2 K-E-3-BC-IN-PR-DI-004 Rev. 0	El nodo inicia en punto de interconexión TP-3100 con el gasoducto de 42" El Encino - La Laguna, incluye válvulas XV--3111/3121/3106, pasando por filtro separador FS-3105, el nodo continúa en línea 42"-GN-3212-DA5A2, válvula HV-3140, finalizando en válvulas XV-3123, SDV-3122 a la succión de compresores TCG-3110/3120.	Filtrado de Gas natural para la remoción de impurezas sólidas y líquidas.
2. Paquetes de compresión de Gas (Compresores de la Estación San Juan)	Paquete de Compresión TCG-3110/3120 Flujo de diseño: 1443 MMPCSD, Presión de diseño: 10480 kPag (1520 psig), Temperatura de diseño: 120° (393 K). Enfriador de gas EC-3130A/B Tipo: Forzado, Presión de diseño: 10480 kPag (1520 psig), Temperatura de diseño: 120°C (393 K), Carga térmica: 896.3 kcal/s, Material cabezal: SA-516-70 NORM, Material tubos: SA-214 (WLD).	K-E-3-BC-IN-PR-DI-004 Rev. 0 K-E-3-BC-IN-PR-DI-005 Rev. 0 1 de 2	El nodo inicia a partir de válvula SDV-3122, pasando por turbo compresores de gas TCG-3110/3120, continua en línea de descarga de compresores 30-GN-3124-E6A2-PP, pasando por el enfriador de gas EC-3130A/B, incluye válvula HV-3142, línea de salida de enfriadores 30-GN-3113-E6A2-, válvulas XV-3109, Válvula SDV-3126/3128, el nodo finaliza en válvula HV-3147 y válvula XV-3103, el nodo finaliza en punto de interconexión con el Gasoducto El Encino-La Laguna TP-3110.	Compresión y enfriamiento de gas para la entrega a gasoducto El Encino la Laguna.
3. Tanque de condensados TC-3040	Tanque de condensados TC-3040 Tipo: Cilíndrico horizontal, Capacidad: 4.19 m³ (4190 L), Presión de diseño: 689.5 kPag (100 psig), Temperatura de diseño: 50°C (323 K), Material: SA-516 Gr-70, Dimensiones: 1125 mm DI x 3150 mm T-	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003 Rev. 0 1 de 2 K-E-3-BC-IN-PR-DI-003 Rev. 0 2 de 2	El nodo inicia a partir de válvula LV-3250, incluye líneas 2"-CD-3110-A0A1, 2"-CD-3111-A0A1, 2"-CD-3158-A0A1 proveniente del separador ciclónico FS-3105, línea 2"-CD-3140-A0A1 proveniente de	Recolección y almacenamiento de condensados de áreas de proceso de la EC San Juan.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.1-5. Número de identificación de nodos por la metodología HazOp.

Nodos	ID Equipos	Planos	Alcance del nodo	Intensión de Diseño
	T, Bomba de achique BN-3040 Tipo: Neumática/Doble diafragma, Flujo de diseño: 1.39 E-03 m ³ /s (83.3 L/min), Presión de descarga: 200 kPag (29 psig), Material: ASTM A351 CF8M, Fosa del tanque de condensados FDA-4030 Tipo: Fosa de concreto, Dimensiones: 8700 mm L x 3240 mm A x 4400 mm AN.		aeroenfriadores, línea 2"-CD-3110-A0A1 proveniente del paquete de acondicionamiento de gas combustible, el nodo incluye bomba de achique BN-3040 finalizando en tanque de condensados TC- 3040.	
4. Acondicionamiento de gas combustible (hasta paquete de regulación)	Filtro de gas combustible FGC-3005 Tipo: Coalescedor de alta eficiencia, Flujo de diseño: 12.00 MMPCSD, Presión de diseño: 9928 kPag (1440 psig), Temperatura de diseño: 50° (323 K), Material: ASTM A106 Gr. C, Eficiencia de filtración: 99.99% partículas sólidas y 99.5 partículas liquidas de 0.3 micras y mayores, Tren de medición de flujo MF-3015/3016: Tipo: Turbina, Flujo de diseño: 12.00 MMPCSD, Presión de diseño: 9928 kPag (1440 psig), Temperatura de diseño: 50°C (323 K), Material: ASTM A106 Gr. C, Patín de regulación de presión PV-3025/3026: Tipo: Regulación de presión, Flujo de diseño: 12.00 MMPCSD, Presión de diseño: 9928 kPag (1440 psig), Temperatura de diseño: 50°C (323 K), Material: ASTM A106 Gr. C, Rango de operación PV-209: 1.5 a 12 MMPCSD, Rango de operación PV-219: 0.6030 a 1.5 MMPCSD.	K-E-3-BC-IN-PR-DI-003 Rev. 0 1 de 2	El nodo inicia en válvulas XV-311/312, válvulas 3129/3130, líneas 4-GC-3150/3151-D5A2, incluye el paquete de acondicionamiento de gas combustible PA-3100, el nodo finaliza en válvulas PCV-3025A/B y en válvulas PCV-3026A/B.	Acondicionamiento de Gas para combustible turbocompresores
		K-E-3-BC-IN-PR-DI-007 Rev. 0		
		K-E-3-BC-IN-PR-DI-007 Rev. 0		

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.1-5. Número de identificación de nodos por la metodología HazOp.

Nodos	ID Equipos	Planos	Alcance del nodo	Intensión de Diseño
5. Acondicionamiento de gas combustible (De paquete de regulación hasta alimentación a compresores)	Calentador eléctrico HE-3025/3026: Tipo: Eléctrico, Flujo de diseño: 3.44 MMPCSD, Presión de diseño: 4171.3 kPag (605 psig), Temperatura de diseño: -28.89 a 260°C (244.6 - 536.15 K) 5.97 kcal/s, Material: SA-106 Gr. B	K-E-3-BC-IN-PR-DI-006 Rev. 0	El nodo inicia en válvulas PCV-3025A/B y en válvulas PCV-3026A/B del patín de regulación de presión, pasando por calentadores eléctricos HE-3025/3026, incluye línea 3"-GC-3131-C3A1 y finaliza en válvula manual de 2" a la entrada del sistema de gas combustible de turbocompresores.	Acondicionamiento de Gas para combustible para turbocompresores

Tabla 4.5.1.1-6. Número e Identificación de Subsistemas por la Metodología What if..?

Nodos	ID Equipos	Planos	Alcance del nodo	Intensión de Diseño
1. Sistema de Aire Comprimido	Compresor de Aire C0-3160/3161 Tipo: Rotatorio libre de aceite, Flujo de diseño: 675 Nm ³ /h, Presión Máxima: 951 kPag (138psig), Paquete secador de aire SA-3165/3166 Tipo: Torres empacadas con desecante frío, Flujo de diseño: 555 Nm ³ /h, Presión de diseño: 1138 kPag (165 psig), Temperatura de diseño: 3160°C (533.15 K), Material: SA-414 / SA-516, Dimensiones: 406.4 mm DI x 2006. 6 mm T-T, Tanque Acumulador de aire de instrumentos TA-3170 Tipo: Vertical, Capacidad: 7.05 m ³ (7048 L), Presión de diseño: 1379 kPag (200 psig), Temperatura de diseño: 93°C (366 K), Material: SA-516 GR-70, Dimensiones: 1524.0 mm DI x 3355.6 mm T-T, Tanque acumulador de aire de planta TA-3171: Tipo: Vertical, Capacidad: 4.03 m ³ (4000 L), Presión de diseño: 1379 kPag (200 psig), Temperatura de diseño: 93°C (366 K), Material: SA-516 GR-70, Dimensiones: 1219.2 mm DI x 3049.6 mm T-T.	K-E-3-BC-IN-PR-DI-008 Rev. 0	Paquete de Aire de planta e instrumentos	Acondicionamiento y distribución de aire comprimido.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.5.1.1-6. Número e Identificación de Subsistemas por la Metodología What if..?

Nodos	ID Equipos	Planos	Alcance del nodo	Intensión de Diseño
2. Sistema de drenajes aceitosos	Bomba de drenaje aceitoso BN-3180/3181 Tipo: Neumática/Doble Diafragma, Flujo de diseño: 3.33 E-03 m ³ /s (200 L/min), Presión de descarga: 241.3 kPag (35 psig), Material: ASTM A351 CF8M, Fosa del tanque de condensados FDA-3130 Tipo: Fosa de concreto, Capacidad:15 m (15000 L), Dimensiones: 5000 mm L x 2950 mm A x 4000 mm AN.	K-E-3-BC-IN-PR-DI-011 Rev. 0	Sistema de Drenajes Aceitosos	Recepción y almacenamiento de drenajes aceitosos
3. Operación Rutinaria				
4. Operación No Rutinaria				
5. Factores externos				

Con base en las premisas, consideraciones y la descripción de la metodología, en el anexo 4f se presenta el reporte completo de las hojas de trabajo HazOp y What if..? del proyecto denominado: **"ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN"**.

La nomenclatura empleada en las hojas de trabajo de este anexo es:

F: Frecuencia; **DP:** Daño al Personal; **IA:** Impacto Ambiental; **EP:** Efectos a la Población; **DI:** Daño a la Instalación; **PP:** Perdidas de Producción; **MR:** Magnitud de Riesgo; **A:** Riesgo Intolerable; **B:** Riesgo Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible; **C:** Riesgo Aceptable en términos generales.

Resultados de la identificación de riesgos.

La siguiente información corresponde a los resultados obtenidos de las sesiones de trabajo del grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de riesgos del proyecto denominado: **"ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN"**.

En la tabla 4.6.1.1-7, 4.6.1.1-8, se puede observar un resumen general del análisis desarrollado para el proyecto. En dicha información podrá detectarse el nivel de análisis propuesto mismo que indica las diferentes causas identificadas por nodo y el número de consecuencias propuestos.

Tabla 4.6.1.1-7. Resumen general de la aplicación de la metodología HazOp.

Nodo	Número de ítems de estudio				
	Desviaciones	Causas	Consecuencia	Salvaguardas	Recomendaciones
1 Filtro Separador FS-3105	10	24	26	54	4
2 Paquetes de compresión de Gas (Compresores de la Estación San Juan)	10	20	30	54	0
3 Tanque de condensados TC-3040	12	14	11	24	2
4 Acondicionamiento de gas combustible (hasta paquete de regulación)	10	16	17	32	3
5 Acondicionamiento de gas combustible (De paquete de regulación hasta alimentación a compresores)	10	15	16	35	3

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.1-8. Resumen General de la Aplicación de la Metodología What if?

Nodo	Desviación	Número de ítems analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
1 Sistema de Aire Comprimido	1. Para el compresor de aire CO-3160/3161	1	1	3	0
	2. Si falla paquete de secado de aire SA-3165/3166	1	1	2	0
	3. Apertura de válvula PCV-3171 (Aire de planta)	1	1	0	0
	4. Apertura de válvula PCV-3170 (Aire de instrumentos)	1	1	1	1
	5. Ruptura en cabezal de aire de instrumentos	1	1	2	0
2 Sistema de drenajes aceitosos	1. Alto nivel en el FDA-3130	1	1	2	0
	2. Falla LIT-3130	1	1	1	0
	3. Falla suministro de aire a bombas BN-3180/3181	1	1	1	0
	4. Falla de bomba BN-3180/3181 por falla mecánica	1	1	1	0
	5. Fractura fosa de drenaje aceitoso FDA-3130	1	1	2	0
3 Operación Rutinaria	1. No se realiza los recorridos de inspección por parte del personal operativo dentro de la EC San Juan	1	1	4	0
	2. No se realiza el purgado manual del filtro FGC-3005	1	1	0	0
	3. No se realiza la sustitución de manómetros de presión en los equipos del proyecto	1	1	3	0
	4. No se realiza la sustitución de transmisores de presión en los equipos del proyecto	1	1	3	0
	5. No se realiza la medición de potencial del sistema de protección catódica	1	1	0	0
	6. No se realiza la recolección de condensados	1	1	0	0
	7. No se realiza la recolección del drenaje aceitoso	1	1	0	0
	8. No se realiza la calibración técnica de espesores en tubería área	1	1	3	0
	9. No se realizan las lecturas del sistema de tierras físicas	1	1	4	0
	10. No se realiza el programa de mantenimiento a equipos auxiliares y de proceso	1	1	3	0
	11. El stock de refaccionamiento no está apegado a las recomendaciones del fabricante a las buenas prácticas y a estándares	1	1	3	0

Tabla 4.6.1.1-8. Resumen General de la Aplicación de la Metodología What if?

Nodo	Desviación	Número de items analizados			
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones
4 Operación No Rutinaria	12 No se realiza la carga de extintores	1	1	3	0
	1.No se lleva a cabo la reparación de daños al recubrimiento de la tubería.	1	1	3	0
	2.No se realiza la limpieza e inspección del tanque de condensados	1	1	0	0
	3.No se realiza la limpieza e inspección de fosa del drenaje aceitoso	1	1	0	0
	4.No se realizan las inspecciones a recipientes sujetos a presión	1	1	5	0
	5.No se realiza la sustitución de cartuchos en el filtro del sistema de acondicionamiento de gas combustible	1	1	0	0
	6.Falla la comunicación del sistema SCADA	1	1	2	0
	7.Falla de energía eléctrica	1	1	1	1
5 Factores externos	1.Se presenta tormenta eléctrica con caída de rayo a la instalación	1	1	3	0
	2.Se presenta un sismo en la instalación	1	2	3	0
	3.Se tiene inundación en la instalación	1	1	2	0
	4.Se presenta vandalismo	1	1	0	0
	5.Se presentan fenómenos socio organizativos	1	1	4	0
	6.Presenta nevadas	1	1	1	0
	7.Se presenta un incendio forestal en las cercanías de la EC San Juan	1	1	5	0

Es importante señalar que la utilización de la metodología de jerarquización de riesgos durante el desarrollo del Análisis HazOp, tiene como base la experiencia del grupo multidisciplinario, dicha jerarquización es la pauta para el análisis cuantitativo a desarrollar, de igual forma como parte de este estudio será necesario el llevar a cabo la selección de los principales escenarios de riesgo, conforme a los resultados de la matriz de ponderación de riesgos tomando como base aquellos escenarios que se encuentren dentro de la zona intolerable o Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible (de acuerdo a la matriz utilizada en el presente estudio).

Para mayor detalle de los resultados de las sesiones de trabajo, ver las hojas de trabajo HazOp y What if? en el Anexo 4f.

Cabe mencionar que en estas tablas solo se muestran los escenarios calificados tanto para las hojas de trabajo del HazOp como del What if? Para más detalle ver Anexo 4f.

4.6.1.2. Jerarquización de escenarios de riesgos.

La ponderación y/o jerarquización de riesgos se realizó con el apoyo del grupo multidisciplinario de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Se ponderó la frecuencia de cada escenario de acuerdo a la tabla 4.6.1.2.-1.
2. Se asignó para cada escenario una ponderación por tipo de consecuencia (Seguridad del personal, Medio Ambiente, Costos Económicos, Impacto Comercial y Reputación) de acuerdo a la tabla 4.6.1.2-2.

Los objetivos de la jerarquización de los riesgos identificados de las instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

En las siguientes tablas se muestran la clasificación de las frecuencias y de las consecuencias para la jerarquización de los escenarios propuestos en la metodología.

Tabla 4.6.1.2-1. Tabla de clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo.

Clasificación	Categoría	Descripción	Frecuencia / año
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un año.	$F \geq 1.0$ ($F \geq 1 \times 10^0$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un período mayor a 1 año y hasta 5 años.	$0.2 \leq F < 1.0$ ($2 \times 10^{-1} \leq F < 1 \times 10^0$)
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$0.1 \leq F < 0.2$ ($1 \times 10^{-1} \leq F < 2 \times 10^{-1}$)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo entre 10 y 20 años.	$0.05 \leq F < 0.1$ ($5 \times 10^{-2} \leq F < 1 \times 10^{-1}$)
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	$0.03 \leq F < 0.05$ ($3 \times 10^{-2} \leq F < 5 \times 10^{-2}$)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.	$0.001 \leq F < 0.03$ ($1 \times 10^{-3} \leq F < 3 \times 10^{-2}$)

Fuente: Jerarquización de Riesgos – FERMACA.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.2-2. Descripción de las consecuencias.

Clasificación	Daños al personal	Daños a la población	Daños al medioambiente	Daños a la producción / instalación [USD]
C6 Catastrófico	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de una fatalidad	Lesiones o daños físicos que puedan 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 una semana.	Pérdida total de la instalación. Daños instalación superiores a 500,000,000
C5 Mayor	Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 6 a 30 fatalidades con impacto a comunidades cercanas.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones entre un día y una semana.	Entre 100 días y 1 año de tiempo perdido. Daño a las instalaciones con costo: ≥50,000,000 a 500,000,000.
C4 Grave	Lesiones o daños físicos que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que pueden generar 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 entre una hora y un día.	Entre 10 y 100 días de tiempo perdido. Daño a las áreas de proceso (equipo y productos) con costo: ≥5,000,000 y <50,000,000.
C3 Moderado	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica pero que no generan incapacidad.	Ruidos, olores e impacto que se detectan 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 la instalación. El control implica acciones de hasta una hora.	Pérdida de entre 1 y 10 días de producción. Pérdida de producto y/o daño a equipos con costo: ≥500,000 a 5,000,000.
C2 Menor	Daños leves que no 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 posibilidad de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	Pérdida de hasta un día de producción y/o producto. Daño mínimo a los equipos. (<500,000 USD)
C1 Despreciable	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos con lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	No interrupciones al proceso ni a la producción.

Fuente: Jerarquización de Riesgos – FERMACA.

Tabla 4.6.1.2-3. Matriz de riesgos Fermaca.

FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Despreciable	Menor	Moderado	Grave	Mayor	Catastrófico
F6	Muy Frecuente	B	B	A	A	A	A
F5	Frecuente	C	B	B	A	A	A
F4	Poco Frecuente	C	C	B	B	A	A
F3	Raro	C	C	C	B	B	A
F2	Muy Raro	C	C	C	C	B	A
F1	Extremadamente Raro	C	C	C	C	C	B

Fuente: Jerarquización de Riesgos – FERMACA.

Tabla 4.6.1.2-4. Definiciones de las diferentes regiones de Riesgo.

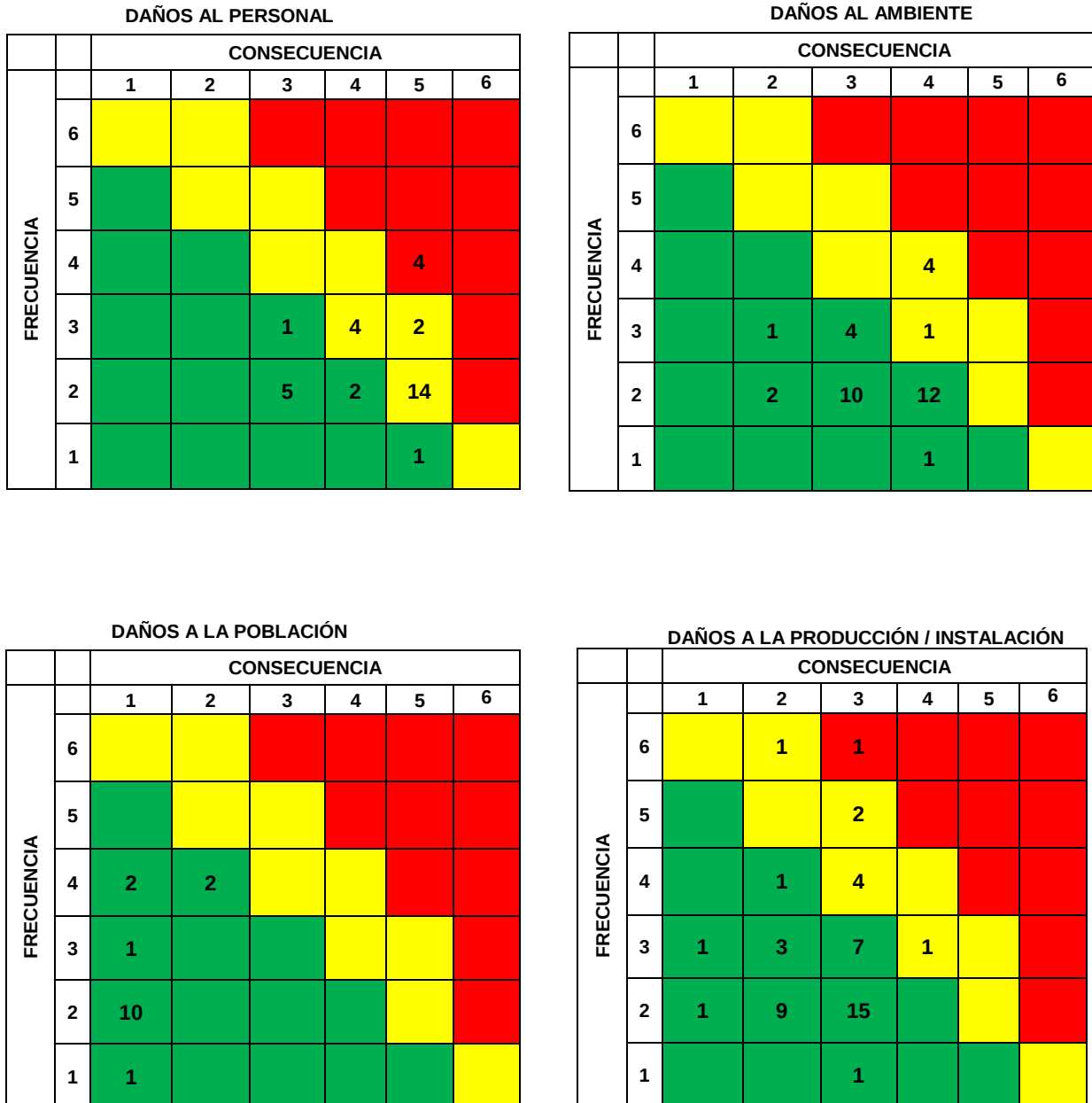
Zona de Riesgo	Descripción
A	Riesgo Alto: Riesgo intolerable, que requiere medidas inmediatas. No se puede continuar operando hasta reducir el nivel de riesgo.
B	Riesgo Medio: Riesgo que puede ser aceptado atendiendo las recomendaciones para su gestión.
C	Riesgo Bajo: No requiere la implementación de medidas y se gestiona mediante el programa de mejora continua.

Fuente: Jerarquización de Riesgos – FERMACA.

Una vez realizada la identificación de riesgos a través de las metodologías de identificación HazOp, se procedió a realizar la jerarquización de riesgos usando las matrices propuestas por la Empresa Fermaca. La ponderación de las desviaciones para cada una de las afectaciones: **F**: Frecuencia; **DP**: Daño al Personal; **IA**: Impacto Ambiental; **EP**: Efectos a la Población; **DI**: Daño a la Instalación; **PP**: Perdidas de Producción, fueron realizadas por el grupo multidisciplinario de trabajo.

Las figuras 4.6.1.2-1, 4.6.1.2-2, muestra las matrices y el número de escenarios resultantes de la jerarquización de riesgos por la aplicación de las metodologías HazOp y What if..? Para la Fase 1 Resaltando la zona donde se ubican clasificándolos como riegos: Intolerable, Tolerable si es tan bajo como razonablemente factible y Aceptable en términos Generales.

Figura 4.6.1.2-1. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología HazOp, Riesgo inherente).



Es importante mencionar que durante las sesiones multidisciplinarias el grupo participante consideró como criterio jerarquizar únicamente aquellas matrices de ponderación correspondientes a cada consecuencia identificada y descrita dentro de la metodología de identificación de peligros, lo que significa que, en algunos casos, donde se identificó únicamente daño a la instalación, las otras matrices de daño al personal, al ambiente, etc, quedaron sin calificar.

Figura 4.6.1.2-2. Matriz de Riesgos Identificados (Metodología What if?, Riesgo inherente).

DAÑOS AL PERSONAL							
FRECUENCIA		CONSECUENCIA					
		1	2	3	4	5	6
	6						
	5	1					
	4						
	3		2	1	3	8	
	2						
	1						

DAÑOS AL AMBIENTE							
FRECUENCIA		CONSECUENCIA					
		1	2	3	4	5	6
	6						
	5						
	4						
	3			5		8	
	2			3			
	1					1	

DAÑOS A LA POBLACIÓN							
FRECUENCIA		CONSECUENCIA					
		1	2	3	4	5	6
	6						
	5						
	4						
	3						
	2						
	1						

DAÑOS A LA PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN							
FRECUENCIA		CONSECUENCIA					
		1	2	3	4	5	6
	6			1			
	5						
	4			1			
	3		4	14		1	
	2		2	2			
	1				1		

Después de realizar la jerarquización de Riesgos, para el proyecto "ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN", se observan 6 escenarios los cuales caen dentro de la región de riesgo "A y 54 en zona ALARP "B" (Riesgo inherente), sin embargo, en algunos casos se detectó como escenarios intolerables por sus afectaciones económicas a la producción o diferimiento, quedando estos fuera de este estudio.

Los escenarios desarrollados corresponden a eventos de fugas o perdidas de contención de gas y son mostrados en la siguiente tabla:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.2-5. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Evento iniciador	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
1.	E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	INTOLERABLE	1. Mayor presión de gas desde Gasoducto El Encino - La Laguna 2. Cierre de válvula SDV-3122 (Aplica cuando se encuentre un solo compresor operando) 3. Disparo de compresor TCG-3110	1.1.1.1,1.1.2.1, .4.	Est. Compresión San Juan	Filtro separador FS-3105	Gas Natural
2.	E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	ALARP	1. Golpe externo 2. Sabotaje	1.10.2.1	Est. Compresión San Juan	Filtro separador FS-3105	Gas Natural
3.	E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.	INTOLERABLE	1. Cierre de válvula SDV-3128 por falla del lazo de control 2. Cierre de válvula SDV-3126 por falla del lazo de control	2.1.2.1,2.1.3.1	Est. Compresión San Juan	Compresor TCG-3110	Gas Natural
4.	E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	ALARP	1. Rompimiento de aspa en aerofriador 2. Desajuste en el acoplamiento del motor 3. Desgaste de rodamientos 4. Golpe externo 5. Sabotaje.	2.5.1.1,2.5.2.1,2.5.3.1,2.10.2.1	Est. Compresión San Juan	Línea 30"-GN-3113-E6A2	Gas Natural
5.	E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	ALARP	1. Cambio en los parámetros del Gas Natural.	3.8.1.1	Est. Compresión San Juan	Tanque de condensados TC-3040	Condensados
6.	E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	1. Cierre de válvula PCV-3025A/B	4.1.3.2	Est. Compresión San Juan	Filtro de gas combustible FGC-3005	Gas Natural

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.1.2-5. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Evento iniciador	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Instalación superficial	Sustancia involucrada
7.	E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	1. Golpe externo	4.10.2.1	Est. Compresión San Juan	Línea de 4"-GC-31207-D5A2	Gas Natural
8.	E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	1. Apertura de la válvula PCV-3025A/B por falla en la regulación	5.1.1.1	Est. Compresión San Juan	Línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC	Gas Natural
9.	E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	ALARP	1. Golpe externo 2. Sabotaje	1.10.2.1	Est. Compresión San Juan	Salida de Filtro separador FS-3105	Gas Natural

De acuerdo con el listado de los Escenarios de Riesgo, se establece la tipificación de escenarios en casos más probables, los peores casos (liberación masiva de toda la sustancia manejada o ruptura total del ducto y/o recipiente) y de ser aplicable, los casos alternos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.6.1.2-6. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Tipo de Caso
1	E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	Caso Alterno
2	E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	Caso Alterno
3	E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.	Caso Alterno
4	E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	Caso Alterno
5	E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	Más probable
6	E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	Caso Alterno
7	E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	Caso Alterno
8	E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	Caso Alterno
9	E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	Peor Caso

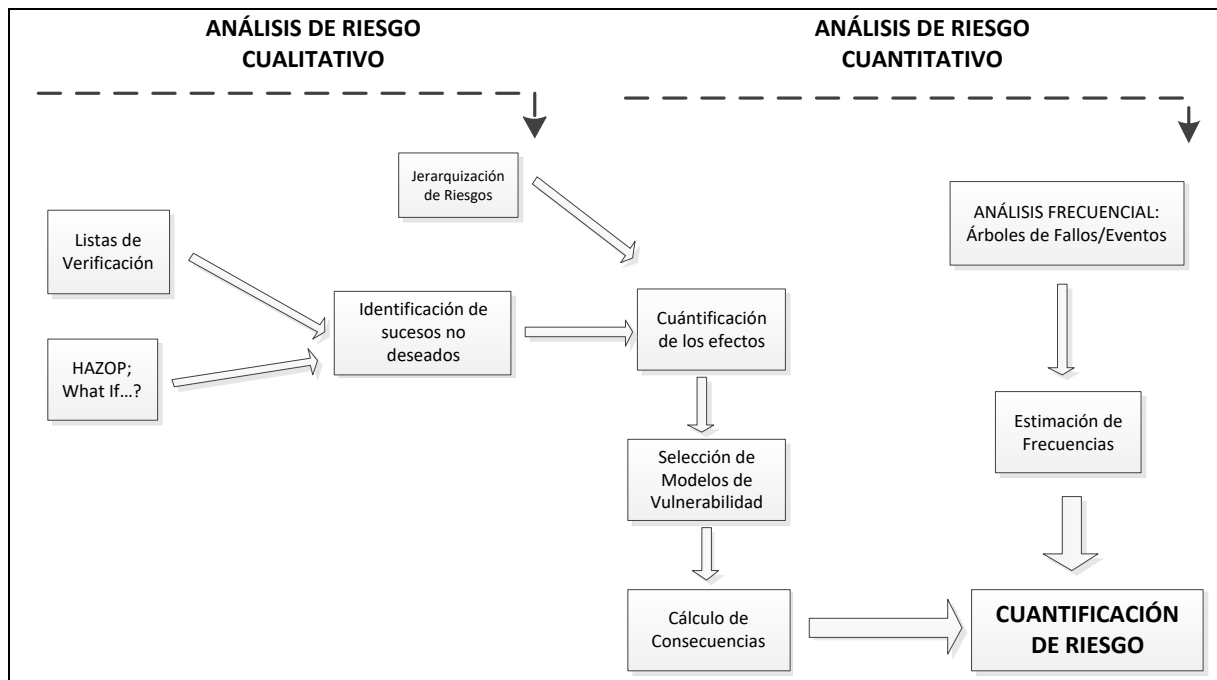
4.6.2. Análisis cuantitativo de riesgos.

En este apartado se tratan brevemente los métodos que permiten cuantificar la probabilidad de que tenga lugar un determinado tipo de accidente. No basta con identificar todos los posibles accidentes, sus causas y sus cadenas de evolución. Tampoco es suficiente poder predecir los efectos de un accidente supuesto y un determinado conjunto de circunstancias.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos se realiza primero sobre los Riesgos definidos como prioritarios en el proceso. Analiza el efecto de esos Riesgos, y les asigna una cuantificación numérica. Lo que permite tomar decisiones en caso de incertidumbre.

A diferencia del análisis cualitativo o semi-cuantitativo, el valor numérico obtenido mediante un ACR (Análisis Cuantitativo de Riesgos) puede compararse numéricamente con criterios de aceptación, establecidos de forma reglamentaria o considerados como válidos en un contexto de buenas prácticas de actividades industriales. El Análisis Cuantitativo de Riesgo es una metodología que cuantifica la probabilidad esperada de ciertos eventos de mayor riesgo identificados mediante análisis HazOp en este estudio. Es importante señalar que este análisis cuantitativo no incluye escenarios identificados mediante la metodología What if? Ya que dichos escenarios implican pérdidas económicas por paro de planta y este análisis está enfocado a determinar los posibles eventos que derivado de fallas en el proceso impliquen pérdidas de contención.

La metodología para elaborar un análisis cuantitativo de riesgo es la siguiente:



4.6.2.1. Análisis detallado de frecuencias.

El objetivo de esta metodología es el de cuantificar la frecuencia de ocurrencia para los eventos identificados en la Región No tolerable y ALARP o escenarios de pérdida de contención durante

la aplicación de la metodología de identificación de riesgos HazOp utilizando datos bibliográficos, o bien la técnica de árbol de fallos. Asimismo, se definirán las posibles secuencias accidentales desencadenadas por un determinado suceso iniciador mediante el empleo de la técnica del árbol de eventos.

Árbol de Fallas y Eventos.

Para estimar la frecuencia de fallos involucrados en el proyecto, se estimaron de forma directa para las tuberías de proceso en donde puede ocurrir una fuga o ruptura de acuerdo a los criterios y procedimientos establecidos en las Guías para elaborar un Análisis Cuantitativo de Riesgo Establecidos por AICHE.

Para el cálculo de frecuencias directas en tuberías de proceso se emplean los datos de frecuencias de fallo de tuberías que se muestran en la tabla 4.6.2.1-1 y que se encuentran en la sección 3.2 "Eventos de pérdida de contención en establecimientos (LOCs)", indicados en el documento Guías para Análisis de Riesgos Cuantitativos "Purple Book" o CPR 18E emitido por TNO.

Tabla 4.6.2.1-1. Frecuencia de Fallo para Tuberías de Proceso.

Diámetro de la tubería	Frecuencia de fallo $\text{m}^{-1} \text{año}^{-1}$	Frecuencia de fallo $\text{m}^{-1} \text{año}^{-1}$
	Ruptura ⁽¹⁾	Fuga ⁽¹⁾
$\varnothing < 3"$	1×10^{-06}	5×10^{-06}
$3" \leq \varnothing \leq 6"$	3×10^{-07}	2×10^{-06}
$\varnothing > 6"$	1×10^{-07}	5×10^{-07}

Fuente: (1) Los datos de frecuencia de fallo para tuberías están obtenidos de la tabla 3.7 frecuencia de pérdida de contención para tuberías ruptura total y fugas Guidelines for Quantitative Risk Assessment "Purple Book", CPR 18E, Netherlands, 2005, Cap. 3, Página 3.7

La memoria de cálculo de los árboles de fallas y la obtención de las frecuencias directas para cada uno de los escenarios hipotéticos planteados, se presentan en el Anexo 4h.

El desarrollo de los árboles de no fue considerado para aquellos eventos que consideran el golpe externo, tomando como referencia los valores directos que se muestran en la tabla 4.6.2.1-1, sin embargo, en la tabla 4.6.2-2 se muestra el resumen general de la frecuencia de ocurrencia asignada a cada escenario hipotético.

Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de fallos y eventos se presentan en la Tabla 4.6.2.1-3, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla 4.6.2.1-2. Frecuencia de ocurrencia Resultantes de los Árboles de Fallos de los eventos identificados (y Resultados para tuberías cálculo directo).

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de fallo de tuberías	Ø	Longitud estimada	Frecuencia de ocurrencia
		(Ocasiones / m-año)	(plg)	(m)	(Eventos / año)
E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	Cálculo mediante Árbol de Fallos Ver Anexo 4h			4.44×10^{-07}
E. 02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	1×10^{-07}	24	97	9.7×10^{-06}
E. 03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.	Cálculo mediante Árbol de Fallos Ver Anexo 4h			4.0×10^{-09}
E. 04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	3×10^{-07}	30	50	1.5×10^{-05}
E. 05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	Cálculo mediante Árbol de Fallos Ver Anexo 4h			7.0×10^{-06}
E. 06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	Cálculo mediante Árbol de Fallos Ver Anexo 4h			2.34×10^{-06}
E. 07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	1.0×10^{-07}	4	15	1.5×10^{-06}
E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	Cálculo mediante Árbol de Fallos Ver Anexo 4h			4.0×10^{-09}
E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	1×10^{-07}	24	97	9.7×10^{-06}

La distancia es estimada en función de mediciones directas desde el PLG- K-E-3-BC-IN-TU-PL-001.

Como criterio general para el desarrollo del Análisis Frecuencial y poder determinar la frecuencia de ocurrencia de los eventos identificados, se tomó una distancia o longitud de tubería tomando

como base el Plano de localización de la instalación, esto solo aplica para los eventos de ruptura por golpe externo, como son el E.02, E04, E.07 y E.09.

Para calcular la frecuencia de ocurrencia del evento final, se multiplica el valor calculado en el árbol de fallas o cálculo directo por la probabilidad de cada uno de los eventos o capas de protección presentes en la instalación que se pudieran ocasionar en cada hipótesis, por ejemplo:

Los resultados del análisis de frecuencias después de aplicar las técnicas de árbol de eventos se presentan en la Tabla 4.6.2.1-3, la cual resume la frecuencia de ocurrencia de la totalidad de los escenarios accidentales planteados, es decir la probabilidad de que ocurran los diferentes sucesos que pudieran suscitarse en caso de presentarse una fuga en los nodos analizados.

Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)	
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)	
E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	3.06 E-06	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	3.98E-07
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	1.82E-09
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	7.88E-09
			Flash fire (flamazo)	1.2E-08
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	2.41E-08
E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	9.7 E-06	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	8.70E-06
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	3.98E-08

Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)	
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)	
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	1.72E-07
			Flash fire (flamazo)	2.6E-07
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	5.26E-07
E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.	8.20 E-06	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	3.59E-09
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	1.64E-11
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	7.10E-11
			Flash fire (flamazo)	1.1E-10
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	2.17E-10
E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	5.0 E-06	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	1.35E-05
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	6.16E-08
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	2.66E-07

Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)	
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)	
			Flash fire (flamazo)	4.0E-07
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	8.13E-07
E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	5.0 E-05	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	6.28E-06
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	2.88E-08
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	1.24E-07
			Flash fire (flamazo)	1.9E-07
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	3.80E-07
E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	5.0 E-05	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	2.10E-06
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	9.61E-09
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	4.15E-08

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)	
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)	
			Flash fire (flamazo)	6.2E-08
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	1.27E-07
E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	1.5 E-05	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	1.35E-06
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	6.16E-09
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	2.66E-08
			Flash fire (flamazo)	4.0E-08
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	8.13E-08
E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	4.0 E-9	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	3.59E-09
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	1.64E-11
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	7.10E-11
			Flash fire (flamazo)	1.1E-10

Tabla 4.6.2.1-3. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Identificados.

Escenario	Hipótesis del escenario	Frecuencia de ocurrencia evento iniciador	Frecuencia de ocurrencia evento final (Árboles de eventos)	
		(Eventos / año)	(Eventos / Año)	
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	2.17E-10
E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	9.7 E-06	Formación de nube inflamable con facilidad en el control	8.70E-06
			Jet Fire (Incendio de chorro), dificultad en el control y extinción	3.98E-08
			Explosión de la nube de vapor (UVCE)	1.72E-07
			Flash fire (flamazo)	2.6E-07
			Formación de nube inflamable con dificultad en el control	5.26E-07

A partir del **Análisis Frecuencial** se puede decir que todos los escenarios (evento final) resultaron ser de probabilidad muy baja (del orden de 1.35×10^{-05} a 7.10×10^{-11}) que corresponden al evento con mayor frecuencia de ocurrencia "Formación de nube inflamable con facilidad en el control" hasta la de menor probabilidad que corresponde a Flash Fire (Flamazo), problemas en el control del fuego. La totalidad de los eventos analizados su frecuencia de ocurrencia es Improbable o se pueden catalogar como de probabilidad extremadamente rara.

Para el análisis cuantitativo de Riesgo se han desarrollado árboles de fallas y de eventos, los cuales corresponden a los escenarios propuestos ponderado como No tolerables o aquellos que a criterios del analista en seguridad se identificó como perdidas de contención, la memoria de cálculo de los árboles de fallas y eventos se pueden visualizar en el Anexo 4h.

4.6.2.2. Análisis detallado de consecuencias.

El objetivo del análisis de consecuencias es cuantificar el impacto negativo de un evento potencialmente peligroso para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales. Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas pueden producir tres tipos de fenómenos, los cuales son:

- Fenómenos de tipo térmico: Radiación térmica.
- Fenómenos del tipo químico: Fuga o derrames incontrolados de sustancias tóxicas o contaminantes.
- Fenómenos del tipo mecánico: Ondas de presión y proyectiles.

El análisis de consecuencias evalúa los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales que manejan sustancias peligrosas que pueden producir eventos peligrosos los cuales son:

- Fugas o derrames incontrolados de sustancias peligrosas: líquidos o gases en depósitos y conducciones.
- Evaporación de líquidos derramados.
- Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles.
- Incendios de charco o "Pool Fire"
- Dardos de fuego o "Jet Fire"
- Deflagraciones no confinadas de nubes de gases inflamables o "UVCE"
- Estallido de depósitos o "BLEVE"
- Explosiones físicas y/o químicas.
- Vertido accidental al medio ambiente de sustancias contaminantes, procedente de fugas o derrames incontrolados.

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor que trae como consecuencia la pérdida de contención de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de esta sustancia al exterior. También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

Para el Análisis de Consecuencias de los accidentes identificados en el proyecto denominado: se utilizó el software Phast® (Process Hazard Analysis Software Tool) 8.2 de DNV, que implementa diferentes algoritmos matemáticos y modelos de fuga, dispersión, incendio, explosión, etc.

El software Phast® es una herramienta para análisis de riesgos de procesos que permite predecir las consecuencias de inflamabilidad, explosividad y toxicidad a partir de:

- Descargas atmosféricas de diseño y rutinarias.

- Descargas atmosféricas accidentales y peligrosas.

Los modelos de descarga consideran:

- Flujos de líquidos, gases o de dos fases.
- Materiales individuales o mezclas.
- Comportamiento estable o dependiente del tiempo.
- Descargas en interiores de edificios.

Los modelos de dispersión predicen:

- Formación de aerosoles.
- Condensación y formación de charcos.
- Nubes densas.

Los modelos de inflamabilidad predicen:

- Niveles de radiación.
- Zonas de deflagración.
- Niveles de sobrepresión.

Los modelos incluyen:

- BLEVE's y bolas de fuego.
- Dardos de fuego.
- Incendio de charcos.
- Deflagraciones.
- Explosiones de nubes de vapor.

Los modelos tóxicos predicen:

- Concentración en función de la distancia a favor del viento.
- Concentración en función del tiempo en cualquier punto dentro de la nube.
- Vistas superiores de la nube.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

Los vapores y gases emitidos pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash Fire y jet Fire).

La Tabla 4.6.2.2-1 muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (LC).

Tabla 4.6.2.2-1. Índices de mortalidad y lesiones presentadas por dispersión tóxica.

Índice de Mortalidad	Lesiones
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. Daño a los ojos: Conjuntivitis.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	Lesiones irreversibles. Bloqueo físico permanente de alvéolos. Muerte en un corto tiempo.

La Tabla 4.6.2.2-2 presenta los umbrales olfativos y de seguridad en un evento de dispersión de nube tóxica para el Sulfuro de Hidrógeno, considerado sustancia química peligrosa de acuerdo con su TLV-TWA e I.P.V.S. (IDLH).

Tabla 4.6.2.2-2. Umbrales Olfativos y de Seguridad para Sustancias Químicas Peligrosas.

Nombre y Fórmula	Umbral Olfativo (ppm)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	I.D.L.H. (ppm)
Sulfuro de Hidrógeno	0.0047	10*	15	100* (30 min)

* Sustancias con un nivel de seguridad por el umbral olfativo aceptable, pues más del 50 % de los individuos olerán la sustancia antes de alcanzar unos niveles de concentración que puedan suponer riesgos agudos o crónicos, datos tomados de NIOSH 2003.

Flamazo (Flash Fire).

Cuando se trata de líquidos inflamables que se vaporizan o de fugas de gases más densos que el aire, la nube de gas se diluye en el aire existente, haciendo que en determinados instantes y zonas existan mezclas de combustible y comburente en condiciones de efectuar la combustión. Si en una de estas zonas se encuentra un punto de ignición puede desprenderse la cantidad de calor necesaria para acelerar la velocidad de combustión de forma que se produzca una explosión, denominada o UVCE en su acrónimo inglés.

También es posible si la cantidad premezclada es muy grande, que se produzca una llamarada o "flash fire", sin efectos explosivos, pero con una intensa radiación.

Los efectos por radiación se muestran en las tablas 4.6.2.2-3 y 4.6.2.2-4. Así mismo, la Tabla 4.6.2.2-5 muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado "Flash Fire".

Tabla 4.6.2.2-3. Efectos Presentados a Diferentes Niveles de Radiación Térmica.

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
1.4	No se presentan molestias, aún durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al sol en verano y al medio día.
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado
9.5	El umbral de dolor en una persona, se alcanza después de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado.
12.5	Energía mínima requerida para que la madera se prenda, por contacto por fuego. Tubería de plástico se funde.
25	Energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera, por exposición prolongada (es decir, se prende por la pura exposición a este nivel de radiación. No se requiere ponerle fuego como, por ejemplo, con un cerillo)
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso.

Tabla 4.6.2.2-4. Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (kW/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

La Tabla 4.6.2.2-5 muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 4.6.2.2-5. Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes. En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

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 y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Asimismo, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.

Dardo de fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Cuando un gas presurizado escapa a la atmósfera a través de un orificio o estrechamiento, se produce una típica descarga en tobera del chorro gaseoso (jet), con un máximo de velocidad en la garganta, que puede igualar a la velocidad del sonido si el cociente entre la presión atmosférica y la presión dentro del recipiente es inferior al valor crítico. Tras el orificio tiene lugar

la disminución de la velocidad del gas, al ensancharse la sección de paso. Si una descarga de gas combustible entra en ignición se produce el dardo de fuego

Los efectos perniciosos de estos accidentes son fundamentalmente los siguientes:

- La radiación térmica generada por los incendios.
- Los efectos de los posibles gases tóxicos generados en la combustión.
- Las ondas de sobrepresión generadas por una explosión de nube inflamable.

El modelo utilizado, PHAST versión 8.2, permite calcular la velocidad de combustión y la radiación térmica que sufre un receptor sometido a un determinado incendio. El modelo calcula la forma y la intensidad de la flama, y se obtiene un amplio intervalo de resultados de radiación. El software considera para el dardo de fuego el modelo cónico.

Explosión de nube de vapor.

El término "explosión de nube de vapor" (en inglés VCE, de "Vapour Cloud Explosión") es usado para definir la combustión de la mezcla combustible-aire formada por la fuga y dispersión de una sustancia combustible en la atmósfera, dando lugar a temperaturas muy elevadas, y generando una onda de presión.

En general, la mayoría de los combustibles tienen pesos moleculares mayores que el aire y, por consiguiente, se comportan como nubes pesadas que se mueven a ras de suelo y pueden encontrar fácilmente una fuente de ignición.

Para que tenga lugar la explosión de la nube, debe producirse la mezcla entre el combustible y el aire dentro de los límites de inflamabilidad. Si el punto de ignición está muy cerca del origen de la fuga el resultado será un incendio de chorro o de charco, según las características de la fuga.

Se considera que la máxima probabilidad de formación de una nube explosiva ocurre cuando el periodo de tiempo entre el inicio de la fuga y la ignición está comprendido entre 1 y 15 minutos, si bien se encuentran documentados accidentes en los que se estima que dicho período fue de menos de un minuto, en unos casos, y entre 16 y 30 minutos, en otros (Lees, 1996).

Por otro lado, la magnitud de la onda de sobrepresión generada depende de la velocidad de propagación de la llama (frente de reacción). Cuanto mayor sea ésta, mayor será la sobrepresión alcanzada. La velocidad de propagación de la llama depende, a su vez, de la forma en que se inicie y progrese la combustión. Según ocurra ésta, el resultado puede ser una deflagración o, en condiciones más especiales, una detonación.

Para cumplir con los objetivos de este documento se considera el llevar a cabo como parte del análisis de consecuencias la evaluación de las posibles distintas afectaciones por la explosión de nube de vapor a través del método Multi energía (TNO, 1997).

Dicho método se utiliza para la determinación de las magnitudes peligrosas de las ondas de presión procedentes de la explosión de nubes de vapor, teniendo en cuenta que, cuando éstas se inflaman, las mayores sobrepresiones se generan en regiones congestionadas o confinadas de la nube.

Método Multi Energía.

La secuencia de aplicación del método Multi energía es la siguiente:

- Selección del nivel de la explosión de 1 (deflagración más débil) a 10 (detonación) en función de la reactividad del combustible, ubicación de la nube, cantidad y dimensiones de los obstáculos y energía de la fuente de ignición, entre otros.
- Determinación de la energía de la explosión a partir de la cantidad de sustancia combustible en la nube que se encuentra entre los límites de explosividad y de su entalpía de combustión.
- Cálculo de la "distancia escalada" (R' , adimensional), que depende de la energía de la explosión y de la distancia (z , metros) a la que se desean conocer las magnitudes peligrosas de la onda de presión.

Para lo anterior, la experimentación en este campo presenta grandes dificultades técnicas y económicas, lo que justifica la escasa bibliografía publicada sobre explosiones de Modelo Multi energía.

Criterios para Seleccionar el Nivel de Explosión Apropriado.

La principal dificultad del procedimiento radica en la selección del nivel de explosión apropiado para cada caso, dada la diversidad de parámetros que influyen en el proceso.

La intensidad de la explosión depende de la masa y reactividad del combustible, de la congestión y/o confinamiento de la nube, de la intensidad de la fuente de ignición y de parámetros relacionados con la geometría de la zona obstruida.

Los criterios aportados por algunos autores pueden constituir una ayuda para seleccionar el nivel adecuado. El criterio más simple es el propuesto por TNO en el caso de ausencia de información sobre los factores mencionados anteriormente, consiste en seleccionar el nivel 7 cuando la explosión se produzca en una región obstruida, y el 3 en una zona sin obstáculos.

Dependiendo de la cantidad de información disponible y del grado de precisión requerido se pueden seguir otros criterios, destacando los de Kinsella (1993) y Baker (1996), recomendables cuando sólo se dispone de información cualitativa, y especialmente las de las guías GAME (1998) y GAMES (1998), que son las que se utilizan en este trabajo, en los casos que se disponga de información más amplia.

Kinsella (1993) tiene en cuenta el nivel de obstrucción de la nube, clasificándolo en alto, bajo y nulo; la existencia o no de confinamiento entre paredes paralelas y la energía de la fuente de ignición, distinguiendo entre fuerte (si es debida al venteo de una explosión en el interior de una conducción o situación análoga), y débil (si es debida a una llama, chispa o superficie caliente).

La tabla siguiente contiene los criterios que serán utilizados para el desarrollo de este documento, considerando para este análisis como el criterio más desfavorable en caso de ocurrir un escenario de pérdida de contención en la Estación de Compresión San Juan.

Tabla 4.6.2.2-6 Criterios para Seleccionar el Nivel de la Explosión más Idóneo, Según Kinsella.

Obstrucción			Confinamiento entre planos paralelos	Energía de la fuente de ignición		Nivel de las figuras 1.5 a 1.7
Alta	Baja	Nula		Débil	Alta	
Sí	-	-	Sí	-	Sí	7-10
Sí	-	-	-	-	Sí	7-10
Sí	-	-	Sí	Sí	-	5-7
-	Sí	-	Sí	-	Sí	5-7
-	Sí	-	-	-	Sí	4-6
-	-	Sí	Sí	-	Sí	4-6
Sí	-	-	-	Sí	-	4-5
-	-	Sí	-	-	Sí	4-5
-	Sí	-	Sí	Sí	-	3-5
-	Sí	-	-	Sí	-	2-3
-	-	Sí	Sí	Sí	-	1-2
-	-	Sí	-	Sí	-	1

El modelo matemático de simulación PHAST para el caso de evaluar en evento de explosión de nube de vapor a través del modelo multi energía utiliza los siguientes parámetros:

Resistencia no Confinada.

El programa puede realizar el modelado de explosión de las partes de la nube que no cubren un área de confinamiento fuerte, y marcar la casilla si desea llevar a cabo este modelo.

Si usted marca la casilla, debe establecer el grado de confinamiento de las partes libres de la nube. Los valores típicos son 1 (totalmente confinados, espacios cerrados, cuartos, por ejemplo) y 2 (confinamiento ligero, por ejemplo, cercas, muros de contención, o setos).

Para el caso de este estudio se consideró el utilizar como criterio un confinamiento ligero utilizando el valor 2 en PHAST.

Fuentes Confinados por Onda Expansiva.

En PHAST se puede modelar hasta siete fuentes de explosión confinados.

Para este caso solo se consideró un espacio semi confinado. Marcando la casilla de una fuente en particular para incluir en el cálculo: source 1.

Para este caso y para cada una de las simulaciones realizadas se procedió a proporcionar la siguiente información para la fuente utilizada:

Fuerza de Confinamiento.

Es el grado de confinamiento en la zona o de la fuente. Este es un valor entre 3 (mínimo) y 10 (más alto). Los valores de 8 y 9 se utilizan normalmente para las unidades de proceso.

Aunque hay poca información disponible sobre la elección de la concentración apropiada, algunas características pueden estar relacionadas con los fenómenos de explosión, y su presencia aumentará la fuerza de confinamiento. Para el caso de estudio se decidió usar fuerza de confinamiento 4.

Potencia de Emisión de la Radiación Térmica.

Cualquier cuerpo a temperatura T emite radiación térmica que se determina mediante la ley de Stefan-Boltzmann; la potencia neta (emitida-recibida) por unidad de superficie, E, puede expresarse mediante:

$$E = \varepsilon \sigma (T_e^4 - T_r^4)$$

Dónde:

- ε: Coeficiente de emisión, adimensional.
- σ: Constante de Stefan-Boltzmann, W/m² K.
- Te : Temperatura del emisor, K.
- Tr : Temperatura del receptor, K.

En los incendios, la radiación térmica procede de dos fuentes: de los gases generados en la combustión (principalmente del dióxido de carbono y del vapor de agua) y del humo (producido como consecuencia de la descomposición térmica y oxidación parcial del combustible). Desafortunadamente la ecuación no es útil para determinar la potencia emisiva, dado que los parámetros ε y Te (en este caso Te es la temperatura de la llama) no son generalmente conocidos. En primer lugar, no parece probable que las llamas se comporten como cuerpos negros (ε = 1), dado que si lo fueran se obtendrían valores de E muy superiores a los experimentales.

Por otro lado, la temperatura de la llama no es uniforme en toda la superficie, de manera que puede considerarse la existencia de dos emisores: los destellos, que se producen cuando la combustión es completa, provocando un elevado nivel de radiación, y el humo que origina un efecto "pantalla" a la emisión de los destellos interiores. Por todo ello, desde el punto de vista

práctico, se plantea el cálculo de la potencia emisiva como una fracción de la potencia calorífica térmica máxima desarrollada en el incendio:

La ecuación antes señalada será utilizada para estimar el valor de T_e (temperatura de la llama) tomando como referencia el resultado obtenido del poner emisivo resultante a través de la utilización del modelo matemático de simulación Phast, para lo cual se tomará como referencia los siguientes criterios:

T_r : temperatura del receptor, para este caso se toma como consideración la temperatura ambiente de 26.7 °C.

σ : 5.67 x 10-8

E: Poder emisivo de flama (resultado obtenido a través del modelo Phast).

ϵ : Coeficiente de emisión, adimensional igual a 1.

Para el caso de este estudio y tomando en consideración la necesidad de valorar la temperatura de llama (T_e) en caso de un incendio de dardo, la ecuación planteada anteriormente se modifica quedando de la siguiente manera:

$$T_e = \sqrt[4]{(E/\epsilon\sigma)} + T_R$$

Donde σ es la constante de proporcionalidad y se denomina constante de Stefan-Boltzman, que tiene un valor de 5.67 x10-8 W/(m² K), la ecuación antes referida se denomina Ley de Stefan-Boltzman de la radiación y se aplica exclusivamente a cuerpos negros. Es importante señalar que esta ecuación es válida sólo para la radiación térmica.

Por lo anterior los criterios de simulación de escenarios se muestran en la Tabla 4.6.2.2-5.

Básicamente este simulador se utiliza para estimar la magnitud de las consecuencias, determinar modificaciones, preparar planes de contingencia, así como cumplir con la legislación, promover la conciencia de la seguridad e iniciar un estudio cuantitativo de riesgo.

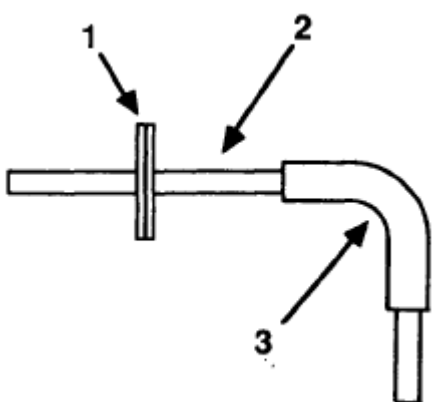
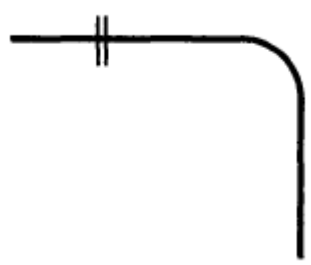
Los criterios y datos que se consideraron para la estimación de consecuencias y que fueron alimentadas al simulador, así como los resultados de las consecuencias obtenidas a partir de la simulación con el software, se presentan en las siguientes secciones, en tanto que los resultados arrojados por el programa de simulación Phast® 8.2 correspondientes a los escenarios identificados para el sistema de Gas Natural se muestran en el Anexo 4i.

Criterios Utilizados para Determinar Diámetro de Orificio y Tiempos de Fuga, así como la descripción de los escenarios.

El siguiente paso para establecer un conjunto de casos de liberación es elegir fallas representativas para cada componente. La Tabla 4.6.2.2-7 sugiere modos típicos de falla; para una tubería típica, los modos de falla son fugas en la tubería, fugas en la brida y fallas en la soldadura. La figura también da tamaños de falla representativos para cada modo de falla, para una fuga de tubería, los tamaños sugeridos son 20% y 100% del diámetro de la tubería, así como las fallas en los tanques de almacenamiento donde se menciona la ruptura total de este, o en caso de sus conexiones al igual que las tuberías se sugiere un 20% y 100% del diámetro. Se debe considerar si los modos y tamaños de falla son apropiados para la instalación en estudio.

Tal como lo indica el documento: Techniques for Assessing Industrial Hazards, The World Bank, 1988. Para determinar los diámetros de fugas se seguirá el siguiente criterio:

Tabla 4.6.2.2-7. Tamaños de fuga sugeridos para tuberías.

 	
Incluye: Tubos, Bridas, Soldaduras, Codos.	
Fallas Típicas	Tamaños de fuga sugeridos
1. Fuga de Brida	20% del diámetro de tubería
2. Fuga de Tubería	100% y 20% del diámetro de tubería
3. Fuga en soldaduras y codos	100% y 20% del diámetro de tubería

Referencia: Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (28/06/2012) / HSE, pág. 21

Los criterios de las Tablas 4.6.2.2-8 y 4.6.2.2-9 son internos de Fermaca para las simulaciones.

Tabla 4.6.2.2-8. Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) para simular escenarios de riesgo por fugas de Gas Natural.

Línea Regular (Ductos de Transporte)			
DEF¹	CAUSA	Tipo de Caso para ARSH	Referencia / criterio
100% del DN del ducto	Golpe externo	PC ²	• <i>GUIA ASEA</i>
0.75" para DN de 6" a 14" 1.25" para DN de 16" a 24" 2.0" para DN mayor a 30"	Corrosión, pérdida de material o falla en soldadura	CMP ³	• <i>DCO-GDOESSSPA-CT-001</i>
20% del DN del ducto	Golpe externo (más probable que la ruptura del 100%)	CA ⁴	• <i>DCO-GDOESSSPA-CT-001</i> • WTP55
0.5" para cualquier DN	Por corrosión localizada	CA ⁴	• WTP55
1.0" para cualquier DN	Por sobrepresión	CA ⁴	• WTP55
¹DEF: Diámetro Equivalente de Fuga ²PC: Peor Caso ³CMP: Caso Más Probable ⁴CA: Caso Alternativo DN: Diámetro Nominal del ducto GUÍA ASEA: Guía para la elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos DCO-GDOESSSPA-CT-001: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de PEMEX. WTP55: Techniques for Assessing Industrial Hazards. World Bank Technical Paper Number 55.			

Tabla 4.6.2.2-9. Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) para simular escenarios de riesgo por fugas de Gas Natural en EC's/EMRyC

EC's / EMRyC's			
DEF¹	CAUSA	Tipo de Caso para ARSH	Referencia / criterio
100% del DN de la línea o tubería	Golpe externo	PC ²	• <i>GUIA ASEA</i>
0.75" para DN de 6" a 14" 1.25" para DN de 16" a 24" 2.0" para DN mayor a 30" 0.6" para DN > 2" y ≤ 4"	Corrosión, pérdida de material o falla en soldadura	CMP ³	• <i>DCO-GDOESSSPA-CT-001</i>
20% del DN de la línea o tubería	Golpe externo (más probable que la ruptura del 100%)	CA ⁴	• <i>DCO-GDOESSSPA-CT-001</i> • WTP55
0.5" para cualquier DN	Por corrosión localizada	CA ⁴	• WTP55
30% del Ø para líneas de 2" < DN ≤ 4" 20% del Ø para líneas de 6" ≤ DN	Fugas en bridas / sobrepresión	CA ⁴	• <i>DCO-GDOESSSPA-CT-001</i>

Tabla 4.6.2.2-9. Diámetros Equivalentes de Fuga (DEF) para simular escenarios de riesgo por fugas de Gas Natural en EC's/EMRyC

EC's / EMRyC's			
DEF ¹	CAUSA	Tipo de Caso para ARSH	Referencia / criterio
¹ DEF: Diámetro Equivalente de Fuga ² PC: Peor Caso ³ CMP: Caso Más Probable ⁴ CA: Caso Alterno DN: Diámetro Nominal de la línea o tubería			GUÍA ASEA: Guía para la elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos DCO-GDOESSPA-CT-001: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de PEMEX. WTP55: Techniques for Assessing Industrial Hazards. World Bank Technical Paper Number 55.

Tabla 4.6.2.2-10. Criterios para Asignar Tiempos de Fuga.

Sistemas automáticos	Tiempo de control	Tiempo de fuga	Fuente
Detección de fuga con sistema automático de bloqueo (totalmente automático).	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 2 minutos.	2 minutos	Guideline for quantitative risk assessment, Purple book, CPR 18E, 2004, pág. 4.5.
Sistema de bloqueo a control remoto y detección de fuga automático. Detección directa a cuarto de control. El operador valida la señal y el cierre se realiza por un switch en el cuarto de control.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 10 minutos.	10 minutos	
Sistema de bloqueo operado manualmente con detección automática de fuga. El operador valida la señal y realiza el cierre de válvulas de bloqueo de manera local y manual.	El tiempo de cierre de válvulas de bloqueo es de 30 minutos.	30 minutos	

Para el caso de este estudio y tomando como referencia a que en la Estación de Compresión San Juan se contará con un Sistema Instrumentado de Seguridad, el tiempo asignado en referencia a la tabla 4.6.2.2-10 es de 2 minutos.

Condiciones Meteorológicas al Momento de la Fuga del Material o Sustancia Peligrosa.

Asimismo, se utilizará la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla 4.6.2.2-10). Cuando sea posible demostrar, mediante datos meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, se podrán emplear dicho dato en las simulaciones. Para todas las simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años.

Tabla 4.6.2.2-11. Estabilidad atmosférica de Pasquill.

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
< 2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

Este documento hace referencia a las condiciones ambientales que imperan en la zona donde se desarrollará el proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", por lo que en apego a tal información se dará validez respecto a las condiciones climatológicas del sitio para llevar a cabo la evaluación de consecuencias a través del software PHAST 8.2, así mismo se considera necesario el tomar como base el realizar la evaluación de consecuencias bajo las condiciones más críticas de velocidad del viento y estabilidad (1.5 m/s. F) señaladas como condiciones más desfavorables.

Condiciones Ambientales y Tipo de Área de Localización de la Instalación.

El criterio a seguir para este apartado es tomar como base el punto 4.4.3 de este documento, en donde se puede encontrar las condiciones climatológicas del sitio, esto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4.6.2.2-12. Criterios Ambientales para Simular.

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa	Velocidad del viento promedio dominante
23°C	50%	4 m/s

Se tomó la temperatura y humedad relativa promedio anual de acuerdo con la tabla 4.3.3-1 Datos Climáticos.

Tipos de área de localización de la instalación.

Este factor, en función de los obstáculos (arboles, edificios, densidad de instalaciones industriales), influye en cuanto a la probabilidad de confinamiento de nubes tóxicas o nubes inflamables – explosivas.

Los criterios se pueden observar en la Tabla 4.6.2.2-13 a continuación:

Tabla 4.6.2.2-13. Criterios de Localización de los Eventos.

Costa adentro	Costa afuera
Área rural. No hay construcciones en el área inmediata y el terreno generalmente es plano y con pocos árboles.	Área marítima.
Área urbana. Implica muchos obstáculos en el área inmediata, incluidas las construcciones y los árboles.	-
Área industrial	-
Otra	-

Como criterio general se toma Área Rural, como se indica en el apartado 4.4.5, la instalación colinda con diferentes áreas de cultivo y una instalación industrial, ya que está en la localidad rural de Allende.

De igual manera para efectos de este estudio en la tabla siguiente se puede observar los principales niveles de radiación o sobrepresión que serán estimados a través del modelo matemático de simulación PHAST 8.2, con el objeto de verificar los niveles de afectación hacia la instalación (estructuras, equipos, etc.) que se encuentren cercanos al área de los sistemas derivado de las hipótesis o escenarios identificados.

Tabla 4.6.2.2-14. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.

Definición de zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Referencia: SEMARNAT/ASEA Guía para ARSH.

Inventario de Fuga.

Para determinar los inventarios de fuga que pudieran participar en los escenarios previamente identificados se tomará en cuenta los diversos sistemas de prevención, mitigación y control con que se cuenta en la **Estación de Compresión San Juan**, y con esto limitar la asignación de los tiempos previamente señalados para el control del evento para el cual se asignó un tiempo máximo de **120 segundos (2 min)**, por contar con un Sistema automático de paro de emergencia.

Para obtener el cálculo del inventario en la línea de proceso se calcula con base en los datos de composición de la mezcla, presión a las condiciones de fuga, temperatura a las condiciones

de fuga, lo anterior mediante el uso del programa de simulación **PHAST Ver. 8.2**, asimismo se considera el tiempo de fuga previamente definido. De lo anterior el inventario estimado y usado dentro del cálculo considera lo siguiente:

$$Inventario = Q \times t_{fuga}$$

Q: tasa de flujo (descarga por orificio) en kg/s.

t_{fuga}: tiempo estimado de fuga.

Para el caso de la evaluación de consecuencias y en consideración del producto se estima la utilización de la mezcla representativa indicada en las bases de diseño, asimismo se señala que las condiciones representativas y de operación utilizada son las que se encontrará operando de manera normal en la Estación de Compresión San Juan

Las condiciones de entrada del Gas Natural son las siguientes:

Tabla 4.6.2.2-15. Composición del Gas Natural.

Componente	%Mol
Metano (CH ₄)	89.363140
Etano (C ₂ H ₆)	6.908810
Propano (C ₃ H ₈)	0.777940
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)	0.036270
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)	0.066580
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)	0.009290
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)	0.008180
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)	0.003830
Heptano (C ₇ H ₁₆)	0.001810
Octano (C ₈ H ₁₈)	0.000430
Nitrógeno (N ₂)	2.659870
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0.163850

En la siguiente tabla se muestran los datos alimentados al simulador, para la determinación del inventario y la tasa de descarga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.2.2-16. Datos para el inventario y la tasa de descarga.

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (in)		Flujo Max. Operación	Presión	Temp	Duración fuga	Inventario	Tasa de descarga
	Clave	Descripción	Línea / Equipo	Fuga	MMPCSD	Psig	°C	min	Kg o m³	Kg/seg
Caso Altern o	E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	FS-3105	4.8	722	1440	30	2	24 216.00	201.80
Caso Altern o	E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	FS-3105	4.8	722	1125	30	2	18 488.40	154.07
Caso Altern o	E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120, 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.	TCG-3110/3120	6.0	1443	1520	30	2	40 171.20	334.76
Caso Altern o	E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	30"-GN-3113-E6A2/ TCG-3110/3120	6.0	1443	1260	30	2	32 676.00	272.30
Más probable	E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	TC-3040	3.0	--	100	30	2	648.57	5.40
Caso Altern o	E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	FGC-3005	1.2	5	1440	18	2	1 580.40	13.17
Caso Altern o	E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	4"-GC-31207-D5A2	0.8	5	1260	18	2	604.80	5.04
Caso Altern o	E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	4"-GC-312312 -C3A1-HC	1.2	5	605	30	2	600.00	5.00

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.2.2-16. Datos para el inventario y la tasa de descarga.

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (in)		Flujo Max. Operación	Presión	Temp	Duración fuga	Inventario	Tasa de descarga
	Clave	Descripción	Línea / Equipo	Fuga	MMPCSD	Psig	°C	min	Kg o m ³	Kg/seg
Peor Caso	E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	24"-GN-3209-D5A2	24	722	1125	30	2	462 218	3 851.82

Para los Escenarios propuestos de acuerdo a los lineamientos previamente mencionados, se les realizó un análisis de consecuencias, mismo que incluye un Análisis Cuantitativo mediante el simulador Phast 8.2. Los inventarios (kg) y las tasas de descarga (kg/s) presentados en la Tabla 4.5.2.2-16, fueron calculados a través del simulador Phast 8.2.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la simulación de consecuencias mediante Phast 8.2.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.01.- Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:			Phast 8.2									
Instalación:			Estación de Compresión San Juan									
I. Datos del Escenario.												
Clave		Nombre							Peor Caso			
E.01		Nombre: Fuga de gas natural en uniones bridadas en línea de 24".							Caso Más Probable			
									Caso alternativo		X	
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente							Fecha	03/04/19		
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)										
II. Sustancias Involucradas.												
Nombre de la Sustancia:			Composición:		% molar	X	% másico			% volumétrico		
Componente			%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)			
Metano (CH4)			89.363140	1	4		N.A.	N.A.	N.A.			
Etano (C2H6)			6.908810				N.A.	N.A.	N.A.			
Propano (C3H8)			0.777940				N.A.	N.A.	N.A.			
Iso-Butano (i-C4H10)			0.036270				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Butano (n-C4H10)			0.066580				N.A.	N.A.	N.A.			
Iso-Pentano (i-C5H12)			0.009290				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Pentano (n-C5H12)			0.008180				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Hexano (n-C6H14)			0.003830				N.A.	N.A.	N.A.			
Heptano (C7H16)			0.001810				N.A.	N.A.	N.A.			
Octano (C8H18)			0.000430				N.A.	N.A.	N.A.			
Nitrógeno (N2)			2.659870				N.A.	N.A.	N.A.			
Dióxido de Carbono (CO2)			0.163850				N.A.	N.A.	N.A.			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.												
Presión:	1440 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.			Líquido arriba de su p.e.			
Fase de material liberado:		Vapor:	X	Líquido:		Vapor y líquido						
Contenedor:	Cilindro	X	Tubería	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio				
Alto del recipiente:		3048 mm	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			1372 mm	Largo del recipiente:		N.D.			
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:			Tierra seca:	Tierra húmeda:		Concreto:	X	Otra	Explicar	
Diámetro del orificio:	4.8 in	Coef. De pérdida del orificio:				Elevación del punto de liberación:		3 m	Altura hidráulica:			
Dirección de la fuga:	Vertical		Horizontal	X	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada			
Tiempo estimado de liberación:			120 seg		Masa estimada de liberación				24 216 kg			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno																	
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F			1.5 A-B			4 C							
Temperatura atmosférica:				23 °C													
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---													
Humedad atmosférica				50 %													
Presión atmosférica				0.856 Atmosfera (12.57 psi)													
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---													
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO													
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural		☒	Urbana		☐	Industrial		☐	Marítima		☐	Otra		Explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																	
Sitio 1						Sitio 2						Sitio 3					
VI. Estados finales de análisis																	
Dardo, antorcha o jet de fuego		☒		Charco de fuego		☐		Incendio de nube		☐		Explosión de nube		☒			
BLEVE/bola de fuego		☐		Nube tóxica		☐											
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:																	
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)																	
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión									
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad			Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad						
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)		Alto Riesgo	Amortiguamiento						
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²			psi									
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4	3- 10		1.0	0.5						
m			m			m											
--	--	--	Jet fire	125.04	211.99	315.32	Early explosi ón	--	--	--							
			Early pool fire	--	--	--											
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	60.43	92.68							
			Flash fire	--	--	--											
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)			310	LFL (m)			138.21						

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F.

El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.02.- Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:			Phast 8.2						
Instalación:			Estación de Compresión San Juan						
I. Datos del Escenario.									
Clave		Nombre					Peor Caso Más Probable		
E.02		Nombre: Fuga de gas natural en línea de 24" por golpe externo.					Caso Alternativo		X
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente					Fecha	03/04/19	
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)							
II. Sustancias Involucradas.									
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar	X	% másico		% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)	
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.	N.A.	N.A.	
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.	N.A.	N.A.	
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.	N.A.	N.A.	
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810				N.A.	N.A.	N.A.	
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.	N.A.	N.A.	
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.	N.A.	N.A.	
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.	N.A.	N.A.	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.									
Presión:	1125 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.	
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido			
Contenedor:	Cilindro	X	Tubería	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio	
Alto del recipiente:		3048 mm	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			1372 mm	Largo del recipiente:		N.D.
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	X	Otra	Explicar
Diámetro del orificio:	4.8 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:		3 m	Altura hidráulica:		
Dirección de la fuga:	Vertical		Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada		
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación				18 488.40 Kg	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno									

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F		1.5 A-B		4 C			
Temperatura atmosférica:				23 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---							
Humedad atmosférica				50 %							
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---							
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO							
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1		Sitio 2			Sitio 3						
VI. Estados finales de análisis											
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:											
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi		
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5
m					m				m		
--	--	--	Jet fire	112.13	187.72	276.46	Early explosi ón	--	--	--	
			Early pool fire	--	--	--					
			Late pool fire	--	--	--					
			Flash fire	--	--	--	Late Ignition	0	58.17	88.02	
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)				262.02	LFL (m)		114.24

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

E.03.- Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120, 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.2									
Instalación:		Estación de Compresión San Juan									
I. Datos del Escenario.											
Clave		Nombre						Peor Caso			
E.03		Nombre: Fuga de gas natural por sobrepresión						Caso Más Probable			
								Caso Alterno		X	
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120, 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.						Fecha	03/04/19		
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)									
II. Sustancias Involucradas.											
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar	X	% másico				% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)			
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.	N.A.	N.A.			
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.	N.A.	N.A.			
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.	N.A.	N.A.			
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.	N.A.	N.A.			
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.	N.A.	N.A.			
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.	N.A.	N.A.			
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810				N.A.	N.A.	N.A.			
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.	N.A.	N.A.			
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.	N.A.	N.A.			
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.	N.A.	N.A.			
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.											
Presión:	1520 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.				Líquido arriba de su p.e.	
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido					
Contenedor:	Cilindro	Tubería	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica		Válvula de alivio				
Alto del recipiente:		15000 mm	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			6287 mm	Largo del recipiente:		18024 mm		
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:		X	Otra	Explicar	
Diámetro del orificio:	6.0 in	Coef. De pérdida del orificio:			Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:			
Dirección de la fuga:		Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada				
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación				40 171.20 Kg			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno												
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F			1.5 A-B			4 C		
Temperatura atmosférica:				23 °C								
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---								
Humedad atmosférica				50 %								
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)								
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---								
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO								
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1		Sitio 2			Sitio 3							
VI. Estados finales de análisis												
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X	
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica									
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:												
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi			
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5	
m			m			m						
--	--	--	Jet fire	155.46	266.36	401.46	Early explosi ón	--	--	--		
			Early pool fire	--	--	--						
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	65.49	103.11		
			Flash fire	--	--	--						
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		470.30	LFL (m)		228.71			

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.04.- Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.2									
Instalación:		Estación de Compresión San Juan									
I. Datos del Escenario.											
Clave		Nombre						Peor Caso			
E.04		Nombre: Fuga de gas natural por golpe externo en tubería.						Caso Más Probable			
								Caso alternativo		X	
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.						Fecha	03/04/19		
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)									
II. Sustancias Involucradas.											
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar	X	% másico				% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)		
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.		N.A.	N.A.		
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.		N.A.	N.A.		
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.		N.A.	N.A.		
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.		N.A.	N.A.		
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.		N.A.	N.A.		
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.		N.A.	N.A.		
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.		N.A.	N.A.		
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.		N.A.	N.A.		
Heptano (C ₇ H _{1.6})		0.001810				N.A.		N.A.	N.A.		
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.		N.A.	N.A.		
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.		N.A.	N.A.		
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.		N.A.	N.A.		
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.											
Presión:	1260 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.			Líquido arriba de su p.e.		
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido					
Contenedor:	Cilindro	Tubería	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica		Válvula de alivio				
Alto del recipiente:		15000 mm	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			6287 mm	Largo del recipiente:			18024 mm	
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:		X	Otra	Explicar	
Diámetro del orificio:	6.0 in	Coef. De pérdida del orificio:			Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:			
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada			
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación				32 676.00 Kg			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno													
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F			1.5 A-B			4 C			
Temperatura atmosférica:				23 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---									
Humedad atmosférica				50 %									
Presión atmosférica				0.856 Atmosfera (12.57 psi)									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---									
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO									
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1					Sitio 2					Sitio 3			
VI. Estados finales de análisis													
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X		
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica										
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:													
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)													
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi				
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5		
m			m			m							
--	--	--	Jet fire	142.93	242.70	363.16	Early explosi ón	--	--	--			
			Early pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	64.27	100.60			
			Late pool fire	--	--	--							
			Flash fire	--	--	--							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		424.00		LFL (m)		202.65			

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.05.- Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.2									
Instalación:		Estación de Compresión San Juan									
I. Datos del Escenario.											
Clave		Nombre						Peor Caso			
E.05		Nombre: Fuga de gas por cuello de ganso						Más probable		X	
								Caso Alterno			
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.						Fecha	03/04/19		
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)									
II. Sustancias Involucradas.											
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar		X		% másico		% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h. TWA)		TLV (15 min. STEL)
Metano (CH ₄)		89.363140	1		4		N.A.		N.A.		N.A.
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810					N.A.		N.A.		N.A.
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940					N.A.		N.A.		N.A.
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270					N.A.		N.A.		N.A.
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580					N.A.		N.A.		N.A.
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290					N.A.		N.A.		N.A.
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180					N.A.		N.A.		N.A.
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830					N.A.		N.A.		N.A.
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810					N.A.		N.A.		N.A.
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430					N.A.		N.A.		N.A.
Nitrógeno (N ₂)		2.659870					N.A.		N.A.		N.A.
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850					N.A.		N.A.		N.A.
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.											
Presión:	100	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.				Líquido arriba de su p.e.	
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido					
Contenedor:	Cilindro	Tubería	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica		Válvula de alivio				
Alto del recipiente:		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:				1225 mm	Largo del recipiente:			3150 (T-T) mm	
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:	X	Otra	Explicar
Diámetro del orificio:	3.0 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:			1 m	Altura hidráulica:			
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal		Hacia abajo	X	Golpea contra		Inclinada			
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación				648.57 Kg			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno											
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F				1.5 A-B		4 C	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Temperatura atmosférica:				23 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---									
Humedad atmosférica				50 %									
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---									
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO									
Tipo de área donde se encuentra la instalación		X		Urbana		Industrial		Marítima		Otra		Explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1				Sitio 2				Sitio 3					
VI. Estados finales de análisis													
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube		X		Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego				Nube tóxica									
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:													
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)													
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi				
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5		
m			m			m							
--	--	--	Jet fire	9.26	21.49	40.52	Early explosi ón	--	--	--			
			Early pool fire	--	--	--		--	--	--			
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	42.14	55.01			
			Flash fire	--	--	--		--	--	--			
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		175.15		LFL (m)		87.61			

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.06.- Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.

Nombre del Simulador Utilizado:		Phast 8.2					
Instalación:		Estación de Compresión San Juan					
I. Datos del Escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
E.06		Nombre: Fuga de gas natural por sobrepresión en filtro de gas combustible				Caso Más Probable	
						Caso alternativo	
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión				Fecha	03/04/19
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)					
II. Sustancias Involucradas.							
Nombre de la Sustancia:		Composición:	% molar	X	% másico	% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.	N.A.
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.	N.A.
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.	N.A.
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.	N.A.
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.	N.A.
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.	N.A.
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.	N.A.
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.	N.A.
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810				N.A.	N.A.
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.	N.A.
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.	N.A.
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.	N.A.
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión:	1440 psig	Temperatura:	18 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.
Fase de material liberado:		Vapor: X	Líquido:		Vapor y líquido		
Contenedor:	Cilindro	Tubería: X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio		
Alto del recipiente:		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			Largo del recipiente:		
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:	Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	X	Otra
Diámetro del orificio:	1.2 in	Coef. De pérdida del orificio:	Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:	
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada	
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación		1 580.40 Kg	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno							
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F		1.5 A-B	
Temperatura atmosférica:				23 °C			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---							
Humedad atmosférica				50 %							
Presión atmosférica				0.856 Atmosfera (12.57 psi)							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---							
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO							
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1				Sitio 2				Sitio 3			
VI. Estados finales de análisis											
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:											
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h		KW/m ²				psi			
ppm	ppm	ppm		37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5	
m				m				m			
--	--	--	Jet fire	39.22	60.27	84.02	Early explosi ón	--	--	--	
			Early pool fire	--	--	--					
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	40.59	51.82	
			Flash fire	--	--	--					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		34.36	LFL (m)		80.96		

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.07.- Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.

Nombre del Simulador Utilizado:				Phast 8.2			
Instalación:				Estación de Compresión San Juan			
I. Datos del Escenario.							
Clave		Nombre			Peor Caso		
E.07		Nombre: Fuga de gas natural por golpe externo.			Caso Más Probable		
					Caso alterno		X
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.			Fecha	03/04/19	
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)					
II. Sustancias Involucradas.							
Nombre de la Sustancia:		Composición:	% molar	X	% másico		% volumétrico
Componente		%	Toxicidad		Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h. TWA)
							TLV (15 min. STEL)
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4	N.A.	N.A.	N.A.
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810			N.A.	N.A.	N.A.
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940			N.A.	N.A.	N.A.
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270			N.A.	N.A.	N.A.
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580			N.A.	N.A.	N.A.
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290			N.A.	N.A.	N.A.
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180			N.A.	N.A.	N.A.
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830			N.A.	N.A.	N.A.
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810			N.A.	N.A.	N.A.
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430			N.A.	N.A.	N.A.
Nitrógeno (N ₂)		2.659870			N.A.	N.A.	N.A.
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850			N.A.	N.A.	N.A.
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión:	1260 psig	Temperatura:	18 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido	
Contenedor:	Cilindro	Tubería:	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio	
Alto del recipiente:		--	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			--	Largo del recipiente:
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto: X	Otra:
							Explicar
Diámetro del orificio:	0.8 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:
Dirección de la fuga:		Vertical:	Horizontal: X	Hacia abajo:	Golpea contra:	Inclinada:	
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación		604.80 Kg	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno							
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F		1.5 A-B	
Temperatura atmosférica:				23 °C			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---									
Humedad atmosférica				50 %									
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---									
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO									
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra		Explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1					Sitio 2					Sitio 3			
VI. Estados finales de análisis													
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube		X	Explosión de nube		X		
BLEVE/bola de fuego		X	Nube tóxica										
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:													
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)													
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo		Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi				
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5		
m			m			m							
--	--	--	Jet fire	25.15	37.20	50.49	Early explosi ón	--	--	--			
			Early pool fire	--	--	--							
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	36.42	43.22			
			Flash fire	--	--	--							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		--	LFL (m)		44.11			

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.08.- Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.

Nombre del Simulador Utilizado:				Phast 8.2			
Instalación:				Estación de Compresión San Juan			
I. Datos del Escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
E.08		Nombre: Fuga de gas natural por sobrepresión				Caso Más Probable	
						Más probable	
Elaboro:		H.M.G.				Fecha	
						03/04/19	
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)					
II. Sustancias Involucradas.							
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar	X	% másico	% volumétrico
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)
							TLV (15 min. STEL)
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.	N.A.
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.	N.A.
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.	N.A.
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.	N.A.
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.	N.A.
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.	N.A.
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.	N.A.
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.	N.A.
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810				N.A.	N.A.
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.	N.A.
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.	N.A.
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.	N.A.
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.							
Presión:	605 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.
Fase de material liberado:		Vapor: X	Líquido:		Vapor y líquido		
Contenedor:	Cilindro	Tubería:	X	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio	
Alto del recipiente:		--	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		--	Largo del recipiente:	
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto: X	Otra:
						Explicar	
Diámetro del orificio:	1.2 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal:	X	Hacia abajo:	Golpea contra:	Inclinada:	
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación		600.00 Kg	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno							
Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F		1.5 A-B	
						4 C	
Temperatura atmosférica:				23 °C			

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---							
Humedad atmosférica				50 %							
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---							
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO							
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1				Sitio 2				Sitio 3			
VI. Estados finales de análisis											
Dardo, antorcha o jet de fuego			Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X
BLEVE/bola de fuego		X	Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:											
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h		KW/m ²				psi			
ppm	ppm	ppm		37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5	
m			m				m				
--	--	--	Jet fire	24.96	36.38	49.19	Early explosi ón	--	--	--	
			Early pool fire	--	--	--					
			Late pool fire	--	--	--	Late Ignition	0	36.09	42.55	
			Flash fire	--	--	--					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		--	LFL (m)		41.12		

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

E.09.- Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.

Nombre del Simulador Utilizado:			Phast 8.2						
Instalación:			Estación de Compresión San Juan						
I. Datos del Escenario.									
Clave		Nombre					Peor Caso Más Probable		X
E.09		Nombre: Fuga de gas natural en línea de 24"-GN-3209-D5A2 por golpe externo.					Caso Alternativo		
Elaboro:	H.M.G.	Descripción: Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente					Fecha	03/04/19	
Objetivo:		Determinar las Posibles Afectaciones al Entorno (Instalaciones, Población y Medio Ambiente)							
II. Sustancias Involucradas.									
Nombre de la Sustancia:		Composición:		% molar	X	% másico		% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad		IDLH	TLV (8 h. TWA)	TLV (15 min. STEL)	
Metano (CH ₄)		89.363140	1	4		N.A.	N.A.	N.A.	
Etano (C ₂ H ₆)		6.908810				N.A.	N.A.	N.A.	
Propano (C ₃ H ₈)		0.777940				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Butano (i-C ₄ H ₁₀)		0.036270				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Butano (n-C ₄ H ₁₀)		0.066580				N.A.	N.A.	N.A.	
Iso-Pentano (i-C ₅ H ₁₂)		0.009290				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Pentano (n-C ₅ H ₁₂)		0.008180				N.A.	N.A.	N.A.	
N-Hexano (n-C ₆ H ₁₄)		0.003830				N.A.	N.A.	N.A.	
Heptano (C ₇ H ₁₆)		0.001810				N.A.	N.A.	N.A.	
Octano (C ₈ H ₁₈)		0.000430				N.A.	N.A.	N.A.	
Nitrógeno (N ₂)		2.659870				N.A.	N.A.	N.A.	
Dióxido de Carbono (CO ₂)		0.163850				N.A.	N.A.	N.A.	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación.									
Presión:	1125 psig	Temperatura:	30 °C	Estado:	Líquido:	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.	
Fase de material liberado:		Vapor: X		Líquido:		Vapor y líquido			
Contenedor:	Cilindro	X	Tubería	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio	
Alto del recipiente:		--	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:			--	Largo del recipiente:		N.D.
Área del dique:		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	X	Otra	Explicar
Diámetro del orificio:	24 in	Coef. De pérdida del orificio:		Elevación del punto de liberación:		1 m	Altura hidráulica:		
Dirección de la fuga:	Vertical		Horizontal	X	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada
Tiempo estimado de liberación:		120 seg		Masa estimada de liberación				462 218 Kg	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno									

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Pares (velocidad del viento, estabilidad atmosférica):				1.5 F		1.5 A-B		4 C			
Temperatura atmosférica:				23 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica):				---							
Humedad atmosférica				50 %							
Presión atmosférica				0.856 Atmósfera (12.57 psi)							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				---							
Direcciones Dominantes del viento:				Suroeste SO							
Tipo de área donde se encuentra la instalación		Rural	X	Urbana		Industrial		Marítima		Otra	Explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1		Sitio 2			Sitio 3						
VI. Estados finales de análisis											
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:											
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad				Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad				Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de Evento	Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento				Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV 15 min	TLV 8 h			KW/m ²				psi		
ppm	ppm	ppm			37.5	5.0	1.4		3- 10	1.0	0.5
m					m				m		
--	--	--	Jet fire	460.15	801.57	1246.60	Early explosi ón	--	--	--	
			Early pool fire	--	--	--					
			Late pool fire	--	--	--					
			Flash fire	--	--	--	Late Ignition	0	100.55	175.31	
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		1 371.88	LFL (m)		779.21		

Lo resultados mostrados son a 1.5 m/seg y estabilidad F. El punto de ignición se consideró como probable a 30 mts a partir del punto de fuga

4.6.2.3. Representación en planos de los resultados la simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación).

En el Anexo 4i.VI se muestran los diagramas de pétalos en donde se representan las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento (radiación térmica y derrame), en donde se pueden identificar los puntos de interés, así como otras áreas, equipos, ductos o instalaciones.

4.6.3. Análisis de riesgo.

4.6.3.1. Reposicionamiento de escenarios de riesgo.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo para identificación de riesgos, se realizó la ponderación cualitativa de las desviaciones (peligros) encontrados determinando la Magnitud de Riesgo (MR) de cada desviación. De esta determinación de la MR, se señalaron todos los eventos ponderados como riesgo indeseable en donde se involucran pérdida de contención en líneas y tanques.

Una vez obtenidos los resultados de las simulaciones de estos eventos, se determinó el reposicionamiento, por lo cual quedaron como lo indica la Tabla 4.6.3.1-1.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.3.1-1. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo												Análisis Cuantitativo											
				F	D	M	F	I	M	F	E	M	F	D	M	F	D	M	F	I	M	F	E	M	F	D	M
1	E.01	1.1.1.1,1.1.2.1, .4.	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	4	5	A	4	4	B	4	1	C	4	3	B	1	5	C	1	5	C	1	1	C	1	5	C
1	E.02	1.10.2.1	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	2	5	B	2	4	C	2	1	C	2	3	C	1	5	C	1	5	C	1	1	C	1	5	C
2	E.03	2.1.2.1,2.1.3.1	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o	4	5	A	4	4	B	4	1	C	4	3	B	1	5	C	1	5	C	1	1	C	1	5	C

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.3.1-1. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.

Nod o	Clave del Escenar io	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo												Análisis Cuantitativo											
				F	D P	M R	F	I A	M R	F	E P	M R	F	D I	M R	F	D P	M R	F	I A	M R	F	E P	M R	F	DI	M R
			explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente.																								
2	E.04	2.5.1.1,2.5.2.1,2.5.3.1,2.1 0.2.1	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"- GN-3113- E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	2	5	B	2	4	C	2	1	C	2	3	C	1	5	C	1	5	C	1	1	C	1	5	C
3	E.05	3.8.1.1	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	3	4	B	3	3	C	-	-	-	3	2	C	1	4	C	1	2	C	-	-	-	1	2	C
4	E.06	4.1.3.2	Incremento de presión en línea de 4"-GC- 31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	3	4	B	3	3	C	-	-	-	3	3	C	1	4	C	1	2	C	-	-	-	1	2	C

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.3.1-1. Resultados del Análisis Cualitativo para los escenarios riesgosos.

Nodo	Clave del Escenario	Identificación del nodo o sistema	Descripción del escenario	Análisis Cualitativo												Análisis Cuantitativo											
				F	D	M	F	I	M	F	E	M	F	D	M	F	D	M	F	I	M	F	E	M	F	D	M
4	E.07	4.10.2.1	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	2	5	B	2	4	C	2	1	C	2	3	C	1	4	C	1	2	C	1	1	C	1	2	C
5	E.08	5.1.1.1	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	3	5	B	3	3	C	-	-	-	3	3	C	1	4	C	1	2	C	-	-	-	1	2	C
1	E.09	1.10.2.1	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	2	5	B	2	4	C	2	1	C	2	3	C	1	5	C	1	5	C	1	1	C	1	5	C

El reposicionamiento de la frecuencia se realizó en base al valor del evento iniciador del que parten los Árboles de Eventos, los cuales de acuerdo a las características de la tubería, estaban dentro del margen de 1.35×10^{-05} a 7.10×10^{-11} , por lo tanto, podemos decir que son extremadamente raros, aun cuando algunos de los valores de consecuencias para cada grupo fueron reposicionados con una mayor afectación, la reducción de la frecuencia nos lleva a considerar el escenario como Riesgo Aceptable.

4.6.3.2. Análisis de vulnerabilidad.

Para cada uno de los escenarios de riesgo simulados se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de los mismos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el análisis de Riesgo, previamente determinadas, considerando la probabilidad de ocurrencia de un Efecto dominó. Considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de riesgo de interés (personas, población, medio ambiente, instalación/producción, entre otros).

Asimismo se señalan las medidas preventivas que considerarán para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del Proyecto y/o Instalación con la infraestructura existente, en su caso, los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación de la instalación, a efecto de evitar del deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de Accidente. Lo anterior, se integran mediante una tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar, como se indica la Tabla 4.6.3.2-1.

Tabla 4.6.3.2-1. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
E.01	Filtro separador FS-3105	Gas Natural	FS-3115	12	1. PAH en PIT-3111 configurado al SCD 2. PAH en PIT-3111 configurado al SPE 3. Detectores de gas y fuego en área de filtros con acción de paro de compresores nivel 1 (despresurizado) 4. Apertura de válvula BDV-3180 5. PSV-3110 del filtro FS-3105 6. Detectores de gas y fuego en área de filtros con acción de paro de compresores nivel 1 (despresurizado)
			TC-3040	26	
			Paquete de Acondicionamiento de gas combustible	36	
			TA-3040	59	
			TA-3071	60	
			SA-3065/3066	69	
			EC-3130	57	
			EC-3140	87	
			TCG-3110	34	
			TCG-3120	75	
			Edificio Eléctrico	111	
E.02	Filtro separador FS-3105	Gas Natural	Edificio Administrativo	100	1. Por diseño se tienen espaciamientos para mantenimiento 2. Sistema de control de acceso al personal autorizado 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina
			MG-3000	122	
			FS-3115	12	
			TC-3040	26	
			Paquete de Acondicionamiento de gas combustible	36	
			TA-3040	59	
			TA-3071	60	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.3.2-1. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
			SA-3065/3066	69	4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. Permisos de trabajos con riesgo 6. PAL en el PIT-3111 configurado al SCD 7. PAL en el PIT-3111 configurado al SPE
			EC-3130	57	
			EC-3140	87	
			TCG-3110	34	
			TCG-3120	75	
			Edificio Eléctrico	111	
			Edificio Administrativo	100	
			MG-3000	122	
E.03	Línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2	Gas Natural	FS-3105/3115	37	1. ZSC/ZIC-3128 2. Interlock por pérdida de posición en válvulas SDV-3128 con acción de paro de compresores 3.El paquete de compresión TCG-3110/3120 cuenta con un sistema de detección de gas en toma de aire de la turbina gas 4. PAH en el PIT-3112 configurado al SPE 5. Apertura de válvula BDV-3183 6. PAH en el PIT-3113 ^a configurado al SCD 7. PAH en el PIT-3113 ^a configurado al SPE con acción de paro de compresores. 8. Protecciones propias del paquete de compresión TCG-3110/3120 9. Detectores de gas y fuego en área de enfriadores con acción de paro de compresores.
			TC-3040	40	
			Paquete de Acondicionamiento de gas combustible	41	
			TA-3040	57	
			TA-3071	62	
			SA-3065/3066	67	
			EC-3130	30	
			EC-3140	47	
			TCG-3120	37	
			Edificio Eléctrico	88	
			Edificio Administrativo	90	
			MG-3000	95	
E.04	Línea 30"-GN-3113-E6A2	Gas Natural	FS-3115	37	1. Por diseño se tienen espaciamientos para mantenimiento 2. Permisos de trabajos con riesgo 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina 4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. PAL en el PIT-3112 configurado al SCD
			TC-3040	40	
			Paquete de Acondicionamiento de gas combustible	41	
			TA-3040	57	
			TA-3071	62	
			SA-3065/3066	67	
			EC-3130	30	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.6.3.2-1. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
			EC-3140	47	5. PAL en el PIT-3112 configurado al SPE 6. Estaciones manuales (EM) de paro por emergencia 7. Detectores de gas y fuego en área con acción de paro de compresores
			TCG-3120	37	
			Edificio Eléctrico	88	
			Edificio Administrativo	90	
			MG-3000	95	
E.05	TC-3040	Gas Natural	Paquete de Acondicionamiento de gas combustible	9	1. LAH en el LIT-3040 configurado al SCD. 2. Fosa del tanque de condensados FDA-3040 3. Detectores de gas y fuego en área de fosa FDA-3040 configurado al SGF 4. Programas de inspección visuales.
E.06	Línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005.	Gas Natural	TC-3140	10	1. ZSC/ZIC-3025 ^a /B 2. FAL en el FQI-3015 configurado al SCD 3. PIT-3015 configurado al SCD 4. PSV-3005 en el filtro FGC-3005 5. Patín de regulación en espera
			TA-3040	23	
			TA-3070	24	
			TA-3071	25	
			SA-3065/3066	32	
			EC-3130	27	
			TCG-3120	37	
E.07	Línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC	Gas Natural	TA-3040	23	1. Permisos de trabajos con riesgo 2. PIT-3015 configurado al SCD 3. Estaciones manuales (EM) de paro por emergencia 4. Detectores de gas y fuego en área con acción de paro de compresores
			TA-3070	24	
			TA-3071	25	
			TC-3040	32	
			FS-3115	24	
E.08	Línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC	Gas Natural	TA-3040	23	1. PAH en el PIT-3025 ^a configurado al SCD corriente abajo de la PCV-3025 ^a 2. PIT-3020 configurado al SCD a la salida del calentador HE-3020 3. PSV-3021 en el HE-3020 4. PAH en el PIT-3105 configurado al SPE 5. Protecciones propias del paquete de compresión TCG-3110/3120
			TA-3070	24	
			TA-3071	25	
			TC-3040	32	
			FS-3115	24	
E.09	Línea 24"-GN-3209-D5A2	Gas Natural	FS-3115	12	1. Por diseño se tienen espaciamientos para mantenimiento
			TC-3040	26	
			Paquete de	36	

Tabla 4.6.3.2-1. Interacciones de Riesgos.

Clave escenario de Riesgo.	Equipo / Sitio de la planta.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo.	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados.	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga (m).	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
			Acondicionamiento de gas combustible		2. Sistema de control de acceso al personal autorizado 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina 4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. Permisos de trabajos con riesgo 6. PAL en el PIT-3111 configurado al SCD 7. PAL en el PIT-3111 configurado al SPE
			TA-3040	59	
			TA-3071	60	
			SA-3065/3066	69	
			EC-3130	57	
			EC-3140	87	
			TCG-3110	34	
			TCG-3120	75	
			Edificio Eléctrico	111	
			Edificio Administrativo	100	
			MG-3000	122	

Receptores de Riesgo.

A continuación, se describe los efectos que se tendrán sobre los equipos que conforman el Proyecto y/o Instalación así como al ambiente, por lo que se identifican y describen a detalle las instalaciones, componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna, entre otros), las zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que se encuentran inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinadas.

Lo anterior, se integra mediante una tabla, en la que se indican todos los datos anteriores a detalle para cada uno de los escenarios simulados, así como los Sistemas de Seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.5.3.2-2. Descripción de los posibles receptores del Riesgo.

Clave del escenario	Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de ≥ [REDACTED]	1. PAH en PIT-3111 configurado al SCD 2. PAH en PIT-3111 configurado al SPE 3. Detectores de gas y fuego en área de filtros con acción de paro de compresores nivel 1 (despresurizado) 4. Apertura de válvula BDV-3180 5. PSV-3110 del filtro FS-3105 6. Detectores de gas y fuego en área de filtros con acción de paro de compresores nivel 1 (despresurizado)
E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de ≥ [REDACTED]	1. Por diseño se tienen espaciamentos para mantenimiento 2. Sistema de control de acceso al personal autorizado 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina 4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. Permisos de trabajos con riesgo 6. PAL en el PIT-3111 configurado al SCD 1. 7. PAL en el PIT-3111 configurado al SPE
E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120, 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente. INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de ≥ [REDACTED]	1. ZSC/ZIC-3128 2. Interlock por pérdida de posición en válvulas SDV-3128 con acción de paro de compresores 3. El paquete de compresión TCG-3110/3120 cuenta con un sistema de detección de gas en toma de aire de la turbina gas 4. PAH en el PIT-3112 configurado al SPE 5. Apertura de válvula BDV-3183 6. PAH en el PIT-3113A configurado al SCD 7. PAH en el PIT-3113A configurado al SPE con acción de paro de compresores. 8. Protecciones propias del paquete de compresión TCG-3110/3120 9. Detectores de gas y fuego en área de enfriadores con acción de paro de compresores.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.5.3.2-2. Descripción de los posibles receptores del Riesgo.

Clave del escenario	Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de $\geq$ [REDACTED].	1. Por diseño se tienen espaciamentos para mantenimiento 2. Permisos de trabajos con riesgo 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina 4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. PAL en el PIT-3112 configurado al SCD 5. PAL en el PIT-3112 configurado al SPE 6. Estaciones manuales (EM) de paro por emergencia 7. Detectores de gas y fuego en área con acción de paro de compresores
E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados TC-3040 y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva. INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de $\geq$ [REDACTED].	1. LAH en el LIT-3040 configurado al SCD. 2. Fosa del tanque de condensados FDA-3040 3. Detectores de gas y fuego en área de fosa FDA-3040 configurado al SGF 4. Programas de inspección visuales.
E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión. INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación. Producción Instalación: El evento causaría costos por reparación o limpieza de $\geq$ [REDACTED].	1. ZSC/ZIC-3025A/B 2. FAL en el FQI-3015 configurado al SCD 3. PIT-3015 configurado al SCD 4. PSV-3005 en el filtro FGC-3005 5. Patín de regulación en espera
E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación.	1. Permisos de trabajos con riesgo 2. PIT-3015 configurado al SCD 3. Estaciones manuales (EM) de paro por emergencia 4. Detectores de gas y fuego en área con acción de paro de compresores

Tabla 4.5.3.2-2. Descripción de los posibles receptores del Riesgo.

Clave del escenario	Clave y Descripción del escenario de Riesgo.	Receptores de Riesgo.	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo).
E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	Personal: Se tendrían lesiones graves deshabilitantes para el personal que se encuentra cerca del punto de fuga, tal como personal de operación y/o mantenimiento. Población: No se esperan impactos con lesiones o daños físicos, no se encuentra ningún tipo de zona habitacional o asentamientos humanos. Ambiente: No se esperan afectaciones a tierras de cultivo, emisiones de gas con impacto fuera de la instalación.	1. PAH en el PIT-3025A configurado al SCD corriente abajo de la PCV-3025A 2. PIT-3020 configurado al SCD a la salida del calentador HE-3020 3. PSV-3021 en el HE-3020 4. PAH en el PIT-3105 configurado al SPE 5. Protecciones propias del paquete de compresión TCG-3110/3120
E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP	Personal: Se tendrían fatalidades del personal de operación y/o mantenimiento. Población: Ruidos, olores e impacto que se detectan 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. Ambiente: Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones entre una hora y un día. Producción Instalación: Entre 100 días y 1 año de tiempo perdido. Daño a las instalaciones con costo:	1. Por diseño se tienen espaciamentos para mantenimiento 2. Sistema de control de acceso al personal autorizado 3. La estación cuenta con barda perimetral con concertina 4. Rondines de vigilancia por personal de seguridad 24 / 7 5. Permisos de trabajos con riesgo 6. PAL en el PIT-3111 configurado al SCD 7. PAL en el PIT-3111 configurado al SPE

4.6.4. Determinación de medidas de reducción de riesgo adicionales para escenarios de riesgo no tolerables y/o ALARP (As Low As Reasonably Practicable, tan bajo como sea razonablemente factible).

4.6.4.1. Nivel integral de seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del proyecto y/o instalación.

En referencia a lo descrito en el numeral 4.5.4 en su página 24 de 43 de la Guía para realizar Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, que se indica a continuación:

Si como resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de Riesgo, alguno de los escenarios localizados en las zonas de Riesgo "no tolerable y/o ALARP", no cuenta o no tiene considerados los Sistemas de Seguridad y/o medidas preventivas que permitan la administración de Riesgos, será necesario determinar el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) del Proyecto y/o Instalación, para lo cual deberá desarrollar alguna metodología para establecer si se requieren implementar Funciones Instrumentadas de Seguridad, con las cuales se administre el Riesgo a niveles de Riesgo Tolerables.

Cabe señalar que en referencia al desarrollo del "Análisis de Riesgos Sector Hidrocarburos "para la Estación de Compresión San Juan se determina lo siguiente:

No se identificaron escenarios que aun con la rejerarquización de riesgos realizada y en base a la aplicación de técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, requieran que su magnitud deba ser aun reducida para conseguir niveles de tolerabilidad del riesgo, por lo anterior el apartado 4.6.4 no consideró procedente su desarrollo, siendo este cancelado en el desarrollo de este estudio.

4.7. Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo.

La instalación cuenta con detectores de gas combustible, alarmas audibles, y alarmas visuales, las cuales tiene un arreglo como se muestra en la siguiente figura:

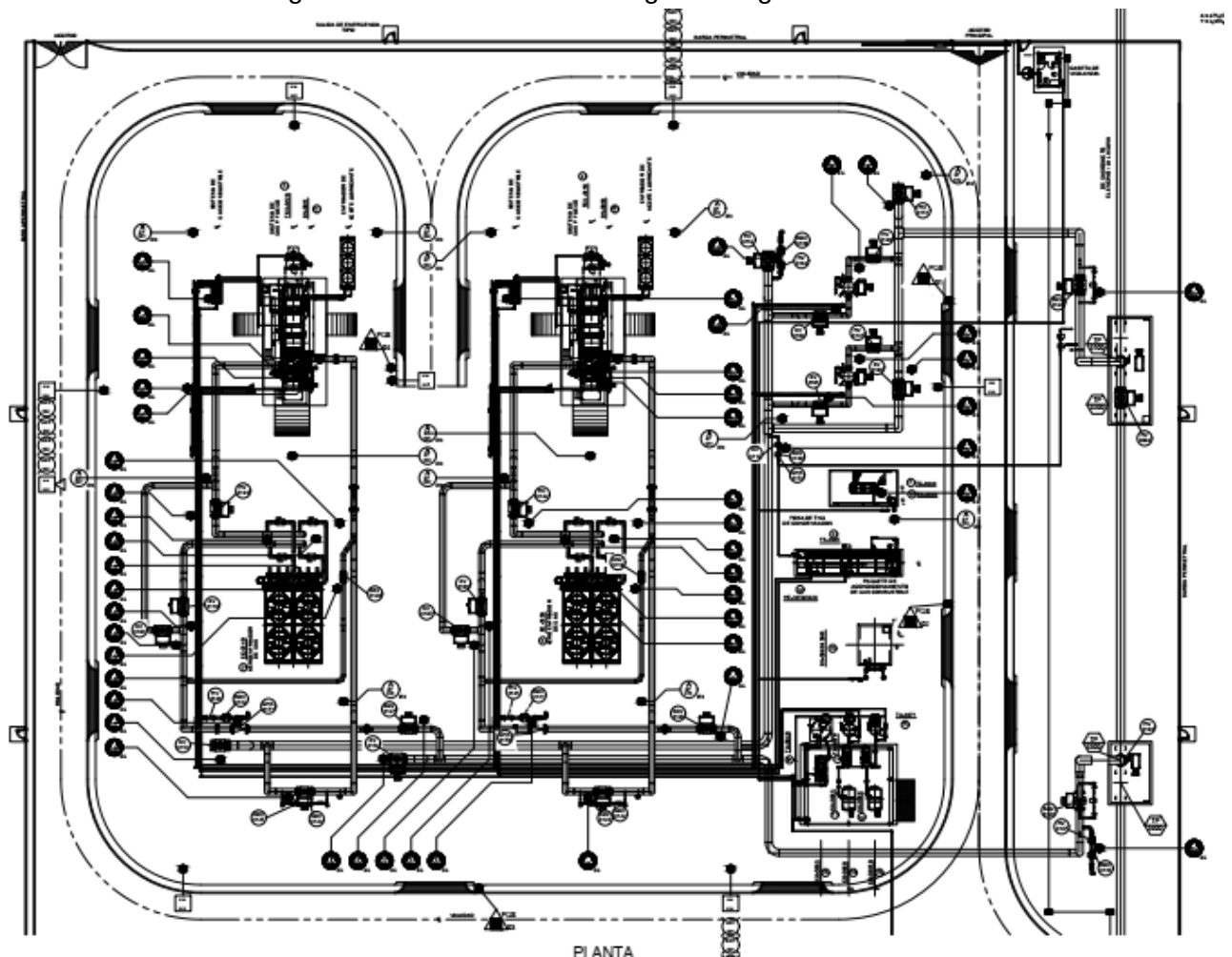


Figura 4.7-1. Distribución de dispositivos de detección de gas y fuego y alarmas – Fase 1 (Área EC. San Juan).

Fuente: Doc. K-E-3-BC-IN-SE-PL-002, Rev.0

Tabla 4.7-1. Dispositivos de detección.

Equipo/Zona a proteger	Dispositivo	Cantidad
TCG-3110	Detector de Gas combustible	5
	Detector de fuego IR3	3

Tabla 4.7-1. Dispositivos de detección.

Equipo/Zona a proteger	Dispositivo	Cantidad
TCG-3120	Detector de Gas combustible	10
	Detector de fuego IR3	6
EC-3130	Detector de Gas combustible	14
	Detector de fuego IR3	4
EC-3140	Detector de Gas combustible	14
	Detector de fuego IR3	4
PA-3000	Detector de Gas combustible	3
	Detector de fuego IR3	2
FS-3105/3115, Zona de alimentación de Gas	Detector de Gas combustible	4
	Detector de fuego IR3	2
TC-3040	Detector de gas combustible	1
Área de turbocompresores	Estación manual de alarma	3
Aeroenfriadores	Estación manual de alarma	2
Zona de alimentación de gas	Estación manual de alarma	2
PA-3000 Paquete de acondicionamiento de gas combustible	Estación manual de alarma	1

Referencia: Filosofía de operación y control del Sistema de G&F (K-E-BC-IN-IN-BD-001)

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.7-2. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
			Referencia Hazop/What if	Descripción		
HAZOP						
1	Evaluar la factibilidad de instalar un lazo de control que al cierre de la SDV-3120 abra la XV-3102 considerando el cierre de la SDV y la diferencial de presión	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.2.4	Disminución de presión de succión con paro de compresores TCG-3110/3120 y producción diferida	Fermaca/Bcysa	C
2	Configurar la alarma por HH nivel del LTI-3111 con el LIT-3110 antes de que envíe a paro por emergencia la planta	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.5.2	Posible arrastre de condensados hacia la succión de compresores TCG-3110/3120, con posible daño de los equipos.	Fermaca/Bcysa	C
3	Garantizar que la válvula manual de 2" en línea de alimentación al tanque de condensados TC-3040 sea abierta con candado (AC)	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.5.3	Posible arrastre de condensados hacia la succión de compresores TCG-3110/3120, con posible daño de los equipos	Fermaca/Bcysa	C
4	Configurar una alarma por válvula abierta de la LV-3110	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.6.1, 3.9.1	Arrastre de gas hacia tanque de condensados	Fermaca/Bcysa	B
5	Evaluar la instalación de un cobertizo en la fosa FDA-3040	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	3.6.1	Alto nivel en la fosa con posible daño a instrumentos de medición de nivel	Fermaca/Bcysa	B
6	Instalar un PIT en el tramo entre la SDV-3110 y la XV-3111	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	4.2.2	Falta de envío de gas a compresores, con paro de equipo y pérdidas económicas	Fermaca/Bcysa	C
7	Considerar espaciamientos necesarios en el paquete de acondicionamiento de gas combustible para actividades de mantenimiento de forma segura	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	4.10.2, 5.10.2	Formación de nube explosiva por golpe externo	Fermaca/Bcysa/EPC	B

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.7-2. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
			Referencia Hazop/What if	Descripción		
HAZOP						
8	El proveedor deberá entregar el análisis de riesgo del paquete de acondicionamiento de gas combustible para garantizar la operación segura del equipo	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	4.10.2, 5.10.2		Fermaca/Bcysa/EPC	B
9	Garantizar el suministro continuo de gas combustible a las condiciones requeridas por el sistema de compresión a falla de alguna de las válvulas PCV del paquete de regulación de gas combustible	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	5.1.1	Incremento de presión en patín de regulación con posible fuga de gas con riesgo de incendio y explosión	Fermaca/Bcysa/EPC	B
What if?						
1	Garantizar el suministro continuo de aire de instrumentos con las condiciones requeridas por el sistema de compresión a falla de la válvula PCV-3170	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	1.4.1	Paro de compresores con pérdida económica	Fermaca/Bcysa/EPC	C
2	Considera un generador de respaldo cubriendo el 100% de la instalación con funcionamiento a base de gas natural	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios	4.7.1	Paro de planta por falla eléctrica	Fermaca/Bcysa/EPC	A

Respecto a la recomendación 2 del Análisis What if?, Fermaca/Bcysa deberán evaluar la acción correspondiente para la atención inmediata de la misma, dicho escenario no fue analizado como parte de este ARP debido a que sus afectaciones son monetarias por el paro de la planta en caso de falla eléctrica.

4.8. Conclusiones y recomendaciones.

El presente Estudio de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), se ha elaborado conforme a la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos de la ASEA, en donde debe desarrollarse un análisis preliminar de riesgo, análisis cualitativo de riesgo, análisis cuantitativo de riesgo y análisis de consecuencias. De lo anterior se hace mención que el Análisis Preliminar de Riesgo consistió en realizar una revisión general del proyecto "**ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN**", acompañado de un histórico de accidentes (haciendo el señalamiento que actualmente no se cuenta con mucha información en México de escenarios de estaciones de compresión de gas). Para el Análisis Cualitativo fue realizado por un grupo multidisciplinario de trabajo para la identificación de peligros mediante las metodologías HazOp y What If...?, siendo en este caso y tomando como referencia dicha información, la identificación de 9 escenarios de riesgos que se indican a continuación:

Tabla 4.8-1. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Evento iniciador	Identificación del nodo o sistema
1.	E.01	Represionamiento en línea 24"-GN-3209-D5A2 y filtro separador FS-3105, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	INTOLERABLE	- Mayor presión de gas desde Gasoducto El Encino - La Laguna - Cierre de válvula SDV-3122 (Aplica cuando se encuentre un solo compresor operando) - Disparo de compresor TCG-3110	1.1.1.1,1.1.2.1, .4.
2.	E.02	Pérdida de contención por golpe externo en filtro separador FS-3105, con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	ALARP	- Golpe externo - Sabotaje	1.10.2.1
3.	E.03	Sobrepresión en línea de descarga de compresores TCG-3110/3120 , 30"-GN-3113-E6A2 con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con	INTOLERABLE	- Cierre de válvula SDV-3128 por falla del lazo de control - Cierre de válvula SDV-3126 por	2.1.2.1,2.1.3.1

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.8-1. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Evento iniciador	Identificación del nodo o sistema
		riesgo al personal, instalación y medio ambiente.		falla del lazo de control	
4.	E.04	Pérdida de contención por golpe externo en línea 30"-GN-3113-E6A2, con posible pérdida de contención con riesgo de incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente	ALARP	- Rompimiento de aspa en aerofriador - Desajuste en el acoplamiento del motor - Desgaste de rodamientos - Golpe externo - Sabotaje.	2.5.1.1,2.5.2.1,2.5.3.1,2.10.2.1
5.	E.05	Arrastre de gas desde filtros FS-3105/3115 hacia tanque de condensados y liberación al medio ambiente con formación de nube explosiva.	ALARP	Cambio en los parámetros del Gas Natural.	3.8.1.1
6.	E.06	Incremento de presión en línea de 4"-GC-31202-D5A2 y filtro de gas combustible FGC-3005 con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	Cierre de válvula PCV-3025A/B	4.1.3.2
7.	E.07	Fuga en línea de 4"-GC-31207-D5A2 por golpe externo con fuga de gas con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	Golpe externo	4.10.2.1
8.	E.08	Sobrepresión y fuga de gas en línea de 4"-GC-312312 -C3A1-HC con riesgo de incendio y explosión.	ALARP	Apertura de la válvula PCV-3025A/B por falla en la regulación	5.1.1.1
9.	E.09	Pérdida de contención por golpe externo en línea 24"-GN-	ALARP	- Golpe externo - Sabotaje	1.10.2.1

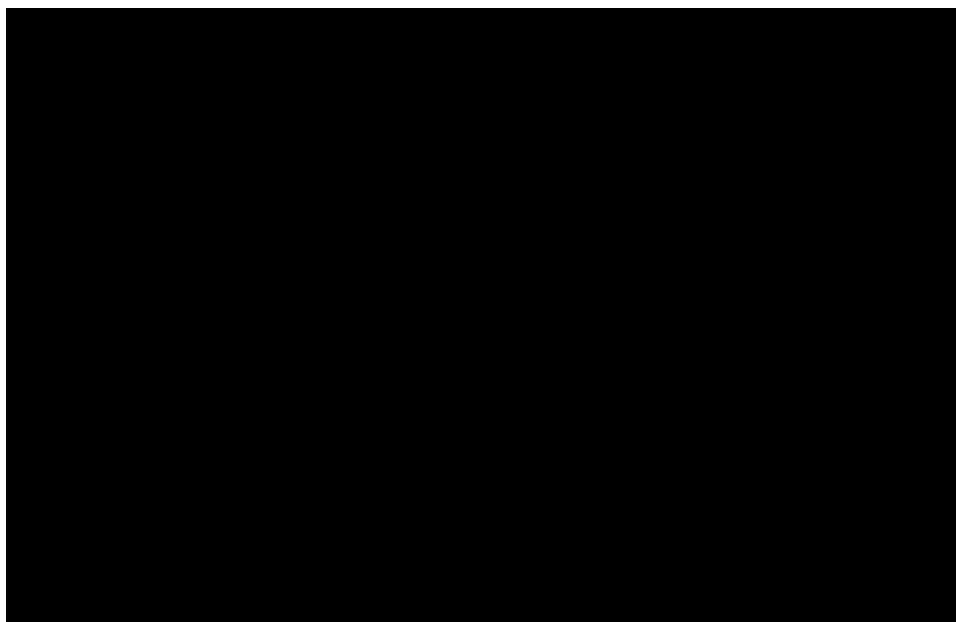
Tabla 4.8-1. Escenarios de Riesgo identificados.

No	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (F x C)	Evento iniciador	Identificación del nodo o sistema
		3209-D5A2, con incendio y/o explosión con riesgo al personal, instalación y medio ambiente			

Adicionalmente como parte del Análisis Cuantitativo de riesgo, se efectuó un análisis frecuencial utilizando las técnicas de arboles de fallos y eventos, de igual forma y de acuerdo a simulaciones obtenidas usando el software Phast 8.2 para aquellas recomendaciones que fueron ponderadas como riesgo ALARP (tipo Intolerable o ALARP).

La elaboración del presente ARSH se realizó con la información de ingeniería de diseño de los sistemas involucrados con el manejo de Gas Natural como son: Diagramas de Flujo, diagramas de tubería e instrumentación (DTÍ's), Sistema de paro por emergencia y Sistema de Gas y fuego.

De la evaluación de consecuencia se encontraron eventos que podrían causar daños severos a las instalaciones de la terminal como son el Escenario 3, 4 y 9



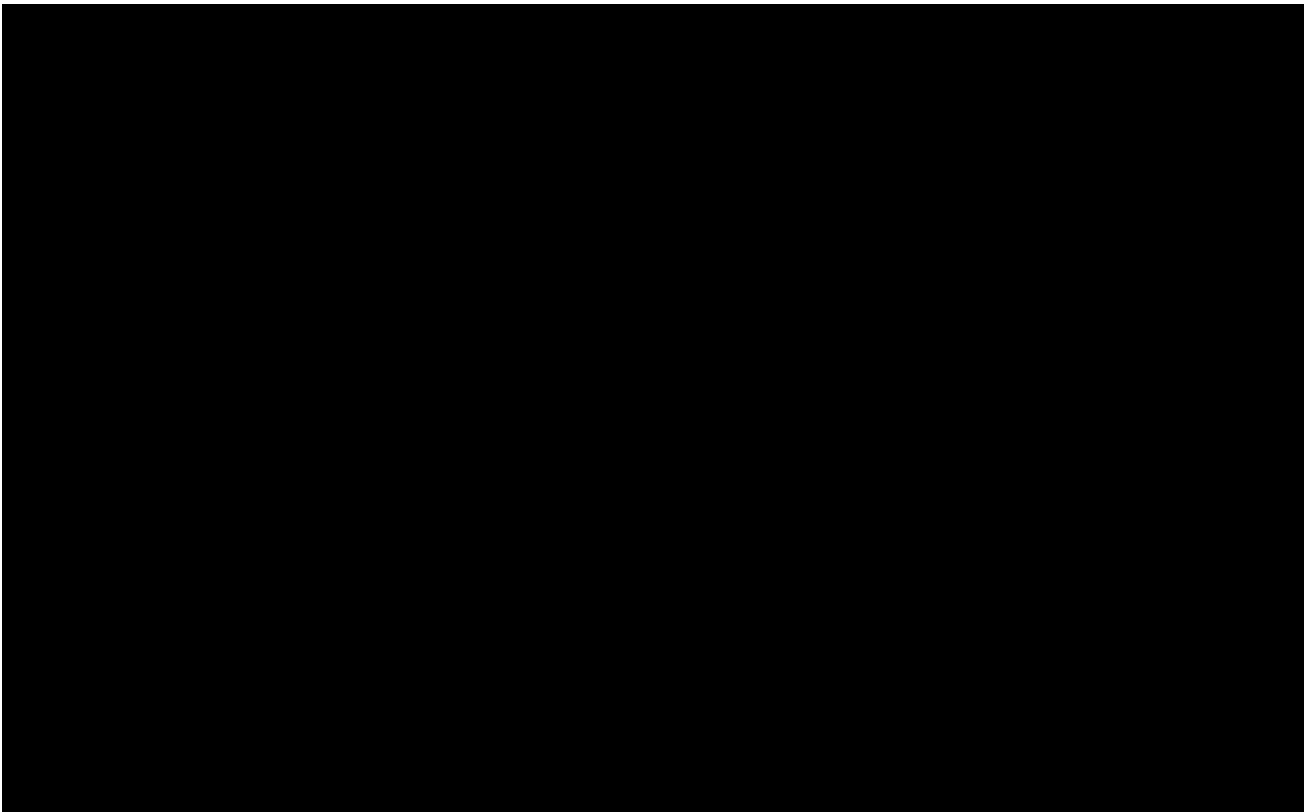
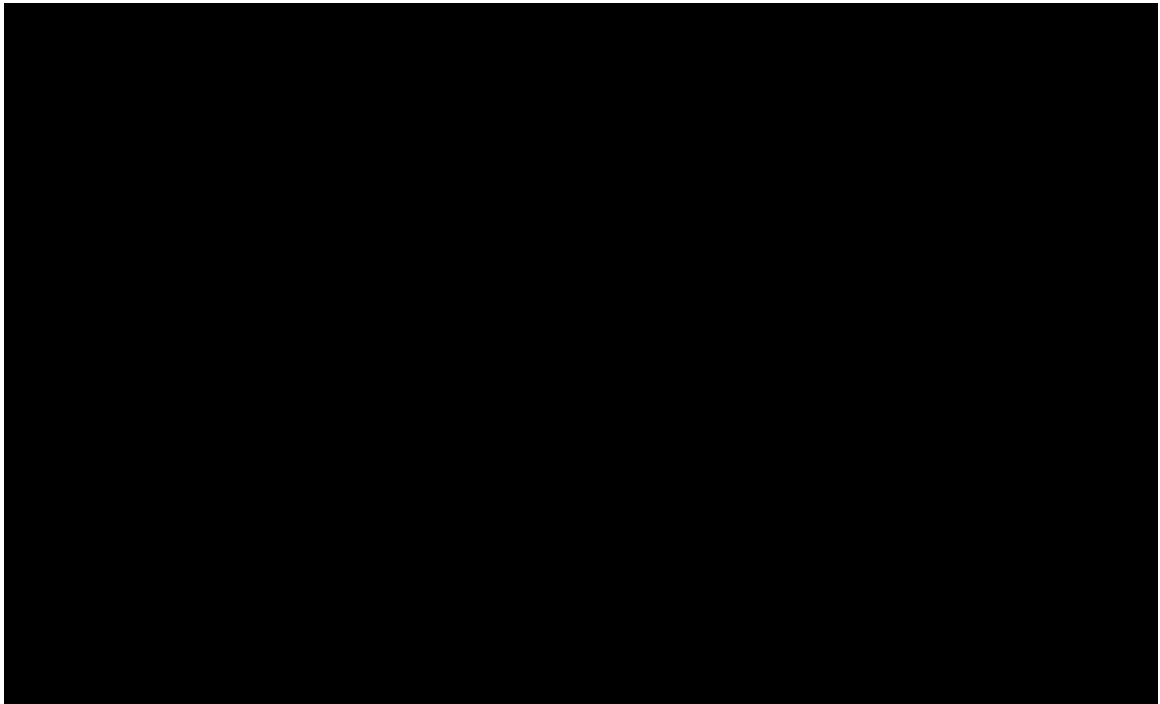
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Figura 4.8-1. Escenario E.03 (Jet Fire) .

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

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



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

En referencia a la figura anterior (4.8-3) señalado en este estudio como el peor caso, se hace el señalamiento que aun considerando el 100% de diámetro de fuga por ruptura total de una línea de 24", la zona cercana a la Estación de Compresión (casas habitación), se encuentran dentro de los límites de la zona de alto riesgo y amortiguamiento, es decir se encontrarían inmersos entre niveles de radiación del 5 a 1.4 kw/m², cabe señalar que las poblaciones más cercanas como Rancho Blanco y San Juan de Allende no tendrían afectación alguna.

Asimismo en referencia a cada uno de los escenarios aquí identificados y analizados, la probabilidad de ocurrencia de los mismos se cataloga como **REMOTA** tomando como referencia los sistemas que cuenta la instalación para prevenir o mitigar cualquiera de los eventos aquí analizados.

Sin embargo, es importante señalar que derivado del análisis frecuencial realizado y tomando como referencia tanto la frecuencia de ocurrencia de los eventos iniciadores y la probabilidad de falla de las protecciones que actuarían en cada uno de los escenarios, se identifica que la probabilidad de ocurrencia de los mismos es remota, existiendo en este sentido la **no necesidad de realizar modificación alguna, derivadas del análisis cuantitativo de riesgos.**

4.8.1. Listado de recomendaciones (medidas de control) emitidas en esta etapa.

El diseño de una instalación nunca puede ser absolutamente seguro, completamente a prueba de errores humanos. La complejidad de las operaciones a llevar a cabo, la variedad de condiciones de trabajo, la adaptación a las condiciones de las materias primas y el siempre posible acontecimiento de un fallo no previsto son factores que hacen de la correcta operación un factor tan importante como el diseño inicial.

No se puede asegurar que una instalación bien diseñada con la mejor tecnología existente no pueda sufrir un accidente grave debido a un fallo de comunicación, a una operación de arranque realizada de manera incorrecta, a un control insuficiente sobre las modificaciones o procedimientos de mantenimientos inadecuados, etc.

Para controlar los procesos se recurre cada vez más a complejos sistemas automáticos de control, el manejo de estos requiere operarios calificados y entrenados. Los programas de formación y adiestramiento y las simulaciones dinámicas del funcionamiento son cada vez más elementos vitales para lograr un alto grado de seguridad.

Como parte de lo anterior y con el objetivo de mantener el grado de riesgo en niveles de aceptabilidad, como alcance de este documento es necesario el llevar a cabo la aplicación de las recomendaciones surgidas durante el desarrollo de las metodologías de identificación de peligros, y con esto poder administrar el nivel de riesgo identificado del proyecto denominado: **"ESTACION DE COMPRESION SAN JUAN"**, mismas que se enuncian a continuación:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.7.1-1. Recomendaciones emitidas aplicando la metodología HazOp.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
			Referencia Hazop/What if	Descripción		
HAZOP						
1	Evaluar la factibilidad de instalar un lazo de control que al cierre de la SDV-3120 abra la XV-3102 considerando el cierre de la SDV y la diferencial de presión	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.2.4	Disminución de presión de succión con paro de compresores TCG-3110/3120 y producción diferida	Fermaca/Bcysa	C
2	Configurar la alarma por HH nivel del LTI-3111 con el LIT-3110 antes de que envíe a paro por emergencia la planta	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.5.2	Posible arrastre de condensados hacia la succión de compresores TCG-3110/3120, con posible daño de los equipos.	Fermaca/Bcysa	C
3	Garantizar que la válvula manual de 2" en línea de alimentación al tanque de condensados TC-3040 sea abierta con candado (AC)	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.5.3	Posible arrastre de condensados hacia la succión de compresores TCG-3110/3120, con posible daño de los equipos	Fermaca/Bcysa	C
4	Configurar una alarma por válvula abierta de la LV-3110	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	1.6.1, 3.9.1	Arrastre de gas hacia tanque de condensados	Fermaca/Bcysa	B
5	Evaluar la instalación de un cobertizo en la fosa FDA-3040	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	3.6.1	Alto nivel en la fosa con posible daño a instrumentos de medición de nivel	Fermaca/Bcysa	B
6	Instalar un PIT en el tramo entre la SDV-3110 y la XV-3111	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios.	4.2.2	Falta de envío de gas a compresores, con paro de equipo y pérdidas económicas	Fermaca/Bcysa	C
7	Considerar espaciamientos necesarios en el paquete de acondicionamiento de	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	4.10.2, 5.10.2	Formación de nube explosiva por golpe externo	Fermaca/Bcysa/EPC	B

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"ESTACIÓN DE COMPRESIÓN SAN JUAN"

Tabla 4.7.1-1. Recomendaciones emitidas aplicando la metodología HazOp.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenarios de riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
			Referencia Hazop/What if	Descripción		
HAZOP						
	gas combustible para actividades de mantenimiento de forma segura					
8	El proveedor deberá entregar el análisis de riesgo del paquete de acondicionamiento de gas combustible para garantizar la operación segura del equipo	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	4.10.2, 5.10.2		Fermaca/Bcysa/EPC	B
9	Garantizar el suministro continuo de gas combustible a las condiciones requeridas por el sistema de compresión a falla de alguna de las válvulas PCV del paquete de regulación de gas combustible	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	5.1.1	Incremento de presión en patín de regulación con posible fuga de gas con riesgo de incendio y explosión	Fermaca/Bcysa/EPC	B
What if?						
1	Garantizar el suministro continuo de aire de instrumentos con las condiciones requeridas por el sistema de compresión a falla de la válvula PCV-3170	Elemento VII. Mejores Prácticas y Estándares.	1.4.1	Paro de compresores con pérdida económica	Fermaca/Bcysa/EPC	C
2	Considera un generador de respaldo cubriendo el 100% de la instalación con funcionamiento a base de gas natural	Elemento VIII. Control de Actividades, Arranques y Cambios	4.7.1	Paro de planta por falla eléctrica	Fermaca/Bcysa/EPC	A

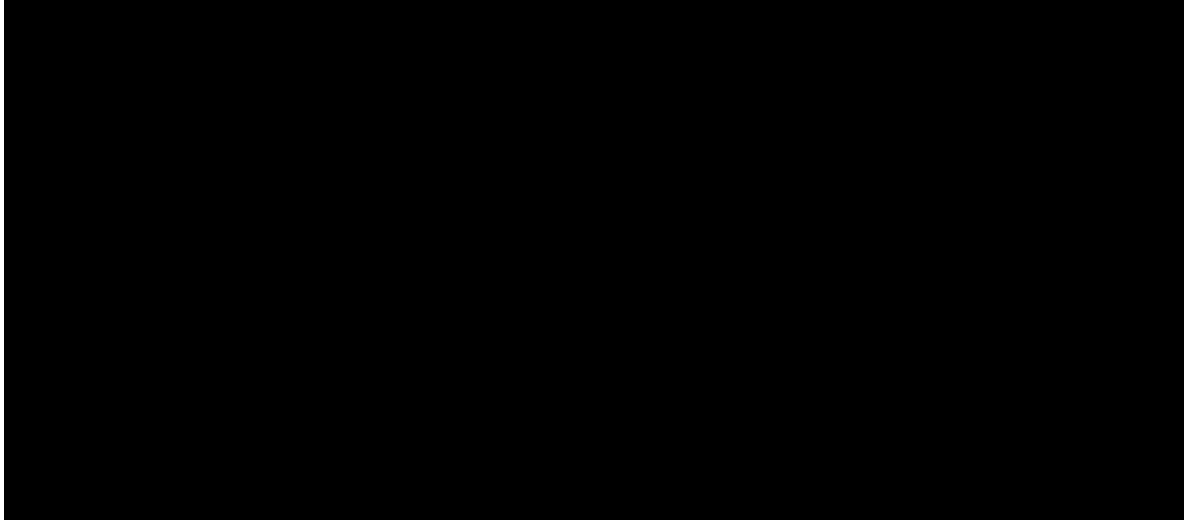
5. REFERENCIAS.

- Directrices para evaluación cuantitativa de los riesgos (Guideline for quantitative risk assessment) "Purple Book" CPR, part one.
- Enrique González Ferradás, Francisco José Ruiz Boada, Agustín Miñana Aznar, Joaquín Navarro Gómez, José Ruiz Gimeno, Jesús Martínez Alonso. "Zonas de Planificación para Accidentes Graves de Tipo Térmico" Departamento de Ingeniería Química Universidad de Murcia.
- Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968)
- Guía Técnica, Métodos Cuantitativos para el análisis de riesgos, Protección Civil España, 1994.
- Human Reliability Handbook.
- IEC-61882 "Guía de Aplicación para Estudios de Peligro y Operabilidad"
- J.M. Santamaría, P.A. Braña Aisa "Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química", Fundación Mapfre. Miller, M.J. "Reliability of Fire Protection", Chemical Engineering Progress, 70 (4):62 (April 1974)
- Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras, Tomo 1, J.M. Storch de Gracia.
- "OREDA" Offshore Reliability Data, 2ª. Edition.
- Procedimiento establecido por Pemex Refinación en su documento DG-SASIPA-SI-02741 "Guía para Realizar Análisis de Riesgos.
- Process sensor, Control and safety equipment.
- OREDA-2002.Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown)

6. PERSONAL QUE PARTICIPO EN LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.

En la siguiente tabla se muestra el personal que participó en la elaboración del Estudio de Riesgo y Operabilidad (HazOp).

Tabla 6-1.Relación del Personal Participante.



NOMBRE Y FIRMA DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

7. ANEXOS.

1. Anexo 1. Planos.
2. Anexo 2. Fotografías.
3. Anexo 3. Hojas de Datos de Seguridad.
4. Anexo 4. Otros Anexos.
 - a) Documentos Legales.
 - b) Cartografía Consultada.
 - c) Información utilizada.
 - d) Análisis de Posibles Riesgos (Contaminación Suelo y Agua).
 - e) Hojas de Trabajo del Análisis Preliminar de Riesgo.
 - f) Hojas de trabajo del Análisis de Riesgo de Proceso.
 - g) Catálogo de Escenarios de Riesgo.
 - h) Resultados del Análisis Detallado de Frecuencias.
 - i) Hojas de Trabajo del Análisis Detallado de Consecuencias.
 - j) Listado de Recomendaciones.
 - k) Informe Técnico