ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LA ZONA GEOGRÁFICA DEL SUBSISTEMA DE LA LAGUNA

REV.	FECHA	ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
0	DICIEMBRE DE 2022	NOMBRE DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.		

Control de revisiones del Estudio de Riesgo Ambiental del Sistema de Distribución De Gas Natural En La Zona Geográfica Del Subsistema De La Laguna.

Rev.	Fecha	Contenido	Comentarios
0	02/12/2022	Estudio y anexos	Informe final.

ÍNDICE

ANTECEDENTES..... 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 2

1.1 Fecha de inicio de operación. 10
1.2 Ubicación del proyecto. 11
1.3 Criterios y normas consideradas para bases de diseño del Proyecto. 11
1.4 Acceso al Proyecto. 12
1.5 Autorizaciones. 16
1.6 Integración al Programa de Desarrollo Urbano Municipal, Estatal o Nacional. 17
1.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 17
1.6.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEDD). 19
1.6.3 Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Gómez Palacio, Durango. 20
1.6.4 Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo, Durango. 21
1.6.5 Programa de ordenamiento Ecológico de Coahuila (POEEC). 22
1.6.6 Programa de Ordenamiento Ecológico de Torreón, Coahuila. 23
1.7 Especificaciones de los ductos. 25
1.8 Clase de localización. 30
1.9 Sistema de protección catódica. 32
1.10 Cruzamientos. 32
1.11 Señalamientos. 32
1.12 Instalaciones superficiales. 33

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. 35

2.1 Sustancia manejada en el proceso. 36

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. 44

3.1 Clima. 44
3.2 Viento. 45
3.3 Humedad relativa. 46
3.4 Presión atmosférica. 47
3.5 Geología y geomorfología. 47
3.6 Tipo de suelo. 50
3.7 Hidrología. 53
3.8 Flora. 57
3.9 Fauna. 64
3.10 Susceptibilidad a fenómenos naturales. 71
3.10.1 Sismos. 71
3.10.2 Deslizamientos. 72
3.10.3 Heladas. 73
3.10.4 Ciclones tropicales. 74
3.10.5 Inundaciones. 75
3.11 Interacciones del Proyecto con su entorno. 78

ÍNDICE

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. 82

4.1 Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo. 82
4.1.1 Análisis preliminar de peligros. 82
4.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares. 83
4.1.3 Identificación de peligros y escenarios de riesgo. 88
4.1.3.1 Descripción de la metodología. 89
4.1.3.2 Premisas, consideraciones y criterios aplicados. 90
4.1.3.3 Desarrollo de la metodología 91
4.1.4 Jerarquización de escenarios de riesgo. 94
4.1.4.1 Premisas, consideraciones y criterios aplicados. 96
4.1.4.2 Resultados de la jerarquización de escenarios de riesgos. 97
4.2 Análisis cuantitativo de riesgo. 101
4.2.1 Análisis de frecuencias. 109
4.2.1.1 Descripción de la metodología. 109
4.2.1.2 Premisas, consideraciones y criterios aplicados. 112
4.2.1.3 Desarrollo de la metodología 112
4.2.2 Análisis de consecuencias. 116
4.2.2.1 Descripción de la metodología. 116
4.2.2.2 Criterios establecidos en el análisis de consecuencias. 117
4.2.2.3 Resumen de los parámetros establecidos en la simulación y tabla de resultados. 122

5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. ... 135

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO. 137

6.1 Análisis de vulnerabilidad. 137
6.2 Interacciones de riesgo. 199

7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO. 215

8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO 217

8.1 Sistemas de seguridad. 217
8.2 Medidas preventivas. 221
8.3 Recomendaciones técnico-operativas. 226

9. CONCLUSIONES. 228

10. RESUMEN EJECUTIVO. 231

TABLAS

Tabla 1 Infraestructura autorizada 3
Tabla 2 Red de tubería construida del oficio D.O.O.DGOEIA.-008168. 3
Tabla 3 Estaciones de Regulación construidas del oficio D.O.O.DGOEIA.-008168. 4
Tabla 4 Red de tubería adicional construida. 4
Tabla 5 Estaciones de Regulación adicionales construidas. 5
Tabla 6 Red de tubería proyectada 5
Tabla 7 Tramos de tubería principal del SDGN La Laguna. 7
Tabla 8. Fecha de inicio de operación: Tramos principales de acero. 10
Tabla 9. Fecha de inicio de operación: Tramos principales de polietileno. 10
Tabla 10 Normas consideradas en las bases de diseño. 11
Tabla 11. Unidades de Gestión Ambiental del POEDD incidencia para el proyecto. 19
Tabla 12. Vinculación del SDGN La Laguna con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo. 21
Tabla 13 vinculación del SDGN con los Criterios de Regulación Ecológica. 23
Tabla 14 Especificaciones del ducto: Tramos principales acero 25
Tabla 15 Características de diseño de la tubería de acero a instalar 27
Tabla 16 Especificaciones del ducto: Tramos principales polietileno 28
Tabla 17 Características de la tubería de polietileno a instalar 29
Tabla 18 Clase de localización. Tramos principales acero 30
Tabla 19 Clase de localización. Tramos principales polietileno. 31
Tabla 20 Instalaciones superficiales: City Gate existente y Estaciones de Regulación construidas. 33
Tabla 21. Punto de entrega del SDGN de La Laguna. 35
Tabla 22 Estaciones de regulación de presión en el SDGN La Laguna 35
Tabla 23 Composición gas natural. 36
Tabla 24 Resumen de sustancias peligrosas. 37
Tabla 25 Volumen de gas natural en: Tramos principales de acero y polietileno. 38
Tabla 26 Resultado de número de moles por sección. 39
Tabla 27 Resultado de la masa de gas en la infraestructura adicional construida. 42
Tabla 28. Distribución de las unidades litológicas. 48
Tabla 29. Distribución de las unidades edafológicas 50
Tabla 30 Subcuencas hidrológicas en las que se encuentra el SAR de proyecto. 53
Tabla 31 Acuíferos incluidos en el Sistema Ambiental Regional. 55
Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre. 60
Tabla 33 Listado potencial de especies de anfibios. 66
Tabla 34 Listado de especies de reptiles registradas en el muestreo. 67
Tabla 35 Listado de especies de aves registradas. 68
Tabla 36 Listado de especies de mamíferos registrados. 69
Tabla 37 Listado de especies de reptiles registrados en el AP 71
Tabla 38 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población. 78
Tabla 39 Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales (franja de 800 m). 79
Tabla 40 Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV. 80
Tabla 41 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por fuentes externas. 84
Tabla 42 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por ECOGAS. 85
Tabla 43 Usos típicos de metodologías de análisis de riesgos. 89
Tabla 44 Integrantes del grupo multidisciplinario. 91

Tabla 45 Sistemas analizados. *91*
Tabla 46. Términos de la hoja de trabajo ¿Qué pasa sí…? *93*
Tabla 47 Categorías de frecuencia. *94*
Tabla 48 Categoría de consecuencias. *95*
Tabla 49 Agrupación de escenarios de riesgo inherente. *98*
Tabla 50 Agrupación de escenarios de riesgo operativo. *100*
Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo. *102*
Tabla 52. Probabilidad de ignición inmediata para instalaciones fijas. *110*
Tabla 53. Probabilidad de ignición retardada para instalaciones fijas. *111*
Tabla 54. Frecuencias de ocurrencia de los eventos analizados. *113*
Tabla 55 Condiciones ambientales empleadas en la simulación. *117*
Tabla 56 Composición del gas natural *118*
Tabla 57. Zona de alto riesgo y amortiguamiento. *121*
Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación *123*
Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros. *129*
Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo *137*
Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo. *199*
Tabla 62 Interacción de riesgo del evento E19 (ER#1). *213*
Tabla 63 Interacción de riesgo del evento E19 (ER#2). *214*
Tabla 64 Distribución de escenarios derivados del reposicionamiento del riesgo. *215*
Tabla 65 Recomendaciones de la identificación de peligros y escenarios de riesgo. *226*
Tabla 66 Programa para la implementación de las recomendaciones. *227*

FIGURAS

Figura 1. Representación del alcance de ECOGAS en la City Gate denominada Las Huertas. 6
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEGT. 18
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. 20
Figura 4. Unidades climáticas. 45
Figura 5. Velocidad y dirección del viento. 46
Figura 6. Rasgos geológicos en unidad de análisis regional. 49
Figura 7. Edafología y asociaciones de suelo en zona de proyecto. 53
Figura 8. Subcuencas hidrológicas presentes en el (SAR) y el Área del Proyecto (AP). 54
Figura 9. Acuíferos presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área del Proyecto. 56
Figura 10. Hidrología superficial presente en el SAR y AP. 57
Figura 11. Uso del suelo y Vegetación tipo en unidad de análisis regional incluida el AP. 59
Figura 12. Diversidad de fauna por estados. 65
Figura 13. Programación y colocación de Cámaras-trampa. 66
Figura 14. Regionalización Sísmica de la República Mexicana. 72
Figura 15. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (Cenapred 2020). 73
Figura 16. Índice cuantitativo/cualitativo de días de heladas en la zona de proyecto (Cenapred 2020). 74
Figura 17. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Golfo de México (1951-2000). 75
Figura 18. Régimen de húmeda por presencia de combustible muerto en la zona de Proyecto. 76
Figura 19. Zona de inundación CENAPRED. 77
Figura 20. Zonas de riesgo por desbordamiento de río Nazas. 77
Figura 21 Plantilla de documentación de lista de verificación. 82
Figura 22 Diagrama de flujo para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí…? 90
Figura 23 Formato de documentación ¿Qué pasa sí…? 93
Figura 24 Matriz de jerarquización de riesgos. 94
Figura 25 Distribución de escenarios de riesgo inherente. 97
Figura 26 Gráficas de escenarios de riesgo inherente por receptor evaluado. 98
Figura 27 Distribución de escenarios de riesgo operativo. 99
Figura 28 Gráficas de escenarios de riesgo inherente por receptor evaluado. 100
Figura 29 Diagrama tipo de árbol de eventos. 109
Figura 30 Diagrama de árbol de eventos. 112
Figura 31 Modelo de orificio 119
Figura 32 Representación de radios de afectación. 135
Figura 33 Representación de eventos de dardo de fuego. 136
Figura 34 Distribución de escenarios derivados del reposicionamiento del riesgo. 216
Figura 35 Representación de válvula de corte de máxima presión. 217
Figura 36 Representación de una válvula de alivio de presión. 217
Figura 37 Representación de un regulador monitor. 218
Figura 38 Diagrama esquemático SCADA. 219

ANEXOS

Anexo A. Información base para desarrollar el estudio.

Anexo B. Resolutivos en materia de impacto ambiental.

Anexo C. Hoja de Datos de Seguridad del gas natural.

Anexo D. Cartografía consultada.

Anexo E. Anexo fotográfico.

Anexo F. Listas de verificación.

Anexo G. Análisis ¿Qué pasa sí…?.

Anexo H. Árboles de eventos.

Anexo I. Análisis de consecuencias.

Anexo J. Descripción de los peores casos.

Anexo K. Procedimientos internos.

ANTECEDENTES.

La presente solicitud de autorización en materia de impacto y riesgo ambiental en modalidad regional pretende ser un **proceso integrador de un Proyecto de distribución** que considera la (i) infraestructura que se encuentra en operación y que fue previamente autorizada en materia de impacto y riesgo ambiental y (ii) la nueva infraestructura que será desarrollada durante los próximos años para dar continuidad al sistema de distribución existente.

Considerando lo anterior y para satisfacer la creciente demanda de gas natural en la zona urbana de los municipios de Gómez Palacio y Ciudad Lerdo en Durango; así como en el municipio de Torreón en Coahuila, se desarrolló el proyecto "Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de La Laguna" por la razón social DGN de La Laguna Durango, S. de R.L. de C.V. (hoy ECOGAS México, S. de R.L. de C.V.), el Proyecto considera dos ejes para la evaluación y autorización del proceso integrador y que son objeto de la presente solicitud:

1. La Operación y Mantenimiento de la Infraestructura existente y en operación (en adelante **"Infraestructura construida"**).

2. La Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Infraestructura proyectada a desarrollar (en adelante "**Infraestructura Proyectada para su construcción"),** por

Para el primer eje del proyecto, se obtuvo la autorización en 1999 de la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA) mediante el oficio D.O.O.D.DGOEIA.-08168, y su avance fue informado a las autoridades a través de los informes de cumplimiento presentados para la solicitud de ampliaciones al plazo de desarrollo del proyecto en 2002, 2012 y 2017.

En 2021, ECOGAS sometió a evaluación de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) la Modificación al proyecto debido a un cambio en las técnicas constructivas para cruces con canales de agua en la ampliación de la infraestructura proyectada. Esta solicitud fue negada por encontrarse inconsistencias entre la infraestructura construida y la infraestructura aprobada, por lo que se sometió a un procedimiento administrativo para solventar en materia de impacto y riesgo ambiental la infraestructura adicional construida, cuyos antecedentes se detallan en el apartado II.1.1 del capítulo 2 de la Manifestación de impacto ambiental.

Como parte de su compromiso con la seguridad, comunidad y medio ambiente, y con motivo de la identificación de infraestructura adicional construida, el eje 1 del proyecto y la Infraestructura Proyectada para su construcción futura, ECOGAS ha solicitado a INERCO la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental para la evaluación de los riesgos inherentes a la actividad de distribución de gas natural a fin de actualizar en materia de impacto y riesgo ambiental la operación i) la Operación y mantenimiento de la Infraestructura autorizada en el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168 de fecha 13 de diciembre de 1999, y la Infraestructura adicional construida (en adelante **"Infraestructura construida"**) y ii) la Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Infraestructura proyectada (en adelante "**Infraestructura Proyectada para su construcción")** a desarrollar del promovente Ecogas en la zona urbana de los municipios de Gómez Palacio y Ciudad Lerdo en Durango.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Derivado de la resolución del procedimiento administrativo especificado en los antecedentes capítulo 2 de la Manifestación de Impacto Ambiental adjunta al presente Estudio, ECOGAS pretende someter a evaluación la totalidad de la **Infraestructura construida** y la **Infraestructura Proyectada para su construcción** que integran el Proyecto "**Sistema de Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de la Laguna**".

Con la implementación de todos los procedimientos constructivos y de operación y mantenimiento, así como las verificaciones realizadas a través de unidades verificadoras autorizadas, ECOGAS solicita un periodo de 20 años en sus etapas de preparación de sitio, construcción para la infraestructura proyectada a desarrollar, y un periodo de 40 años para la operación, mantenimiento, de la totalidad de la infraestructura del Proyecto, una vez finalizado el periodo de operación, se realizará la verificación de la integridad de la red de distribución para solicitar ampliación de la operación o se determinará si es necesario cerrar, desmantelar y/o abandonar la infraestructura, acorde a la legislación y demás ordenamientos regulatorios aplicables.

Mediante el instrumento de la evaluación del impacto ambiental regional de toda la infraestructura como una sola unidad integrando la **infraestructura construida** actualmente operando y la **Infraestructura Proyectada para su construcción** permitiría: continuar con el suministro de gas natural los centros de población de correspondientes al Título de Permiso de Distribución de gas natural para los municipios de Torreón - Coahuila y Gómez Palacio y Lerdo en Durango en su poligonal actual, maximizando el aprovechamiento del permiso otorgado por la CRE, operando cumpliendo con los estándares exigidos por la normatividad actual y contribuyendo con la seguridad energética y el desarrollo económico de la zona de la Laguna, impulsando el establecimiento de energía alternativa y segura.

Actualmente, el sistema construido suministra gas natural a 40,000 puntos de consumo de tipo residencial, comercial e industrial. El sistema recibe el gas natural a través de 1 punto de entrega denominado City Gate "Las Huertas" y está constituido por una red de tubería de 87.8 km de acero de diferentes diámetros y por 1,230 km de tubería de polietileno de diferentes diámetros además de 16 estaciones de regulación y medición que actualmente se encuentran en operación.
Para efectos de la presente evaluación y como se ha manifestado anteriormente se refiere a las siguientes obras:

1. **Infraestructura construida**, que incluye la Infraestructura autorizada en el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168 de fecha 13 de diciembre de 1999 y de la Infraestructura adicional construida.
2. **Infraestructura Proyectada para su construcción**, que incluye la Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Infraestructura proyectada a desarrollar.

1. Infraestructura construida

La infraestructura mencionada es la que actualmente se encuentra en la etapa de operación y mantenimiento y corresponde a la siguiente:

Tabla 1 Infraestructura construida

Infraestructura	Estado actual	Longitud de red	Estaciones de regulación y medición
Infraestructura construida	En operación. Infraestructura autorizada en el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168 de fecha 13 de diciembre de 1999	52.8 km de tubería de acero De: 4",6",8",12" y 16" Ø	2
	En operación Infraestructura adicional construida	35 km de tubería de Acero De: ¾", ½", 1", 2", 4", 6", 8" de diámetro.	14
		1,230 km de tubería de Polietileno De: 1/2", 1", 2", 3" 4", 6", 8", 10" de diámetro.	

La cual esta integrada por la **Infraestructura autorizada en el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168** de fecha 13 de diciembre de 1999, que abarca:

- Ductos de acero existentes adquiridos a PEMEX Gas y Petroquímica Básica con una longitud total de 43 km.
- Cuatro (04) Estaciones de Regulación de presión, de las cuales solo se construyeron dos.
- Dos (02) ramales con una longitud total de 13.162 km, de los cuales solamente se construyeron 9.02 km.

Las tablas siguientes muestran el total de infraestructura construida citada en el oficio y su estado actual:

Tabla 2 Red de tubería construida del oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

Infraestructura	Nombre	Material	Diámetro (in)	Longitud (km)	Estado actual
Sistema existente adquirido a PEMEX.	Tubería de 16" Ø	Acero al carbón	16	20.12	Operando
	Tubería de 12" Ø	Acero al carbón	12	6.11	Operando
	Tubería de 8" Ø	Acero al carbón	8	8.94	Operando
	Tubería de 6" Ø	Acero al carbón	6	6.88	Operando
	Tubería de 4" Ø	Acero al carbón	4	1.81	Operando
Sistema autorizado para construcción en el resolutivo	Tramo Revolución	Acero al carbón	6	6.407 (Nota 1)	Construido y operando
	Tramo Independencia	Acero al carbón	6	2.613 (Nota 1)	Construido y operando

Nota 1: De acuerdo con el Oficio de autorización, la longitud total de los tramos Revolución e Independencia sería de 13.162 km, sin embargo, el tramo denominado Independencia no fue construido en su totalidad, por lo que la longitud final construida para los dos tramos es de 9.02 km.

Fuente: ECOGAS, 2022

Tabla 3 Estaciones de Regulación construidas del oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

Infraestructura	Localización	Tipo	Presión de operación (kgf/cm²)	Flujo manejado (m³/h)	Estado actual
Estaciones de Regulación	Av. Revolución casi esq. Torre de Pisa	Regulación de presión.	14.28	19,810	Construido y operando
	Av. Revolución casi esq. La Opinión	Regulación de presión.	14.28	19,810	Construido y operando
	Av. Revolución casi esq. Río Aguanaval	Regulación de presión.	14.28	19,810	No fue construida.
	Av. Revolución casi esq. Ramón Corona	Regulación de presión.	14.28	19,810	No fue construida.

Fuente: ECOGAS, 2022

La ubicación de los tramos y estaciones autorizadas, así como de la red adquirida a PEMEX puede visualizarse en el plano "INFRAESTRUCTURA OFICIO D.O.O.DGOEIA.-008168" del **Anexo A.**

Derivado de la revisión de las condiciones actuales del SDGN, a continuación, se describe la infraestructura de distribución de gas natural que se construyó de manera adicional y que comprende parte del alcance del presente Estudio de Riesgo Ambiental.

Tabla 4 Red de tubería adicional construida.

Infraestructura	Material	Diámetro (in)	Longitud (km)	Estado actual
Red adicional construida	Polietileno	1/2"	461.52	Construido y operando
	Polietileno	1"	11.73	Construido y operando
	Polietileno	2"	645.86	Construido y operando
	Polietileno	3"	3.54	Construido y operando
	Polietileno	4"	63.97	Construido y operando
	Polietileno	6"	43.39	Construido y operando
	Subtotal Polietileno		**1230.00**	
	Acero al carbón	3/4"	0.44	Construido y operando
	Acero al carbón	2"	7.09	Construido y operando
	Acero al carbón	4"	7.70	Construido y operando
	Acero al carbón	6"	6.71	Construido y operando
	Acero al carbón	8"	13.23	Construido y operando
	Subtotal Acero		**35.17**	
	Total		**1,265.17**	Construido y operando

Fuente: ECOGAS, 2022.

Tabla 5 Estaciones de Regulación adicionales construidas.

Estación	Tipo	Coordenadas	
		X	Y
ER#1	Distrital para el Parque Industrial Torreón	661166	2830792
ER#3	Distrital para servicio residencial-comercial	651367	2827099
ER#4	Distrital para servicio residencial-comercial	658533	2829086
ER#5	Distrital para servicio residencial-comercial	663378	2826963
ER#6	Distrital para servicio residencial-comercial	652256	2831315
ER#7	Distrital para servicio residencial-comercial	658900	2831589
ER#9	Distrital para servicio industrial	664224	2821241
ER#10	Distrital para servicio residencial	656675	2832825
ER#11	Distrital para servicio residencial-comercial	659693	2820898
ER#12	Distrital para servicio industrial	663726	2823777
ER#13	Distrital para servicio residencial-comercial-industrial	655767	2833326
ER#14	Distrital para servicio comercial	652436	2826514
ER#15	Distrital para servicio comercial	660235	2830385
ER#16	Distrital para servicio comercial	662279	2828806

Fuente: ECOGAS, 2022

La trayectoria y ubicación de la red especificada en las tablas anteriores, puede visualizarse en el plano "02 INFRAESTRUCTURA ADICIONAL CONSTRUIDA" del **Anexo A**.

Asimismo, ECOGAS pretende construir y operar a futuro, nueva infraestructura se tiene proyectada para un periodo de 20 años la cual incluye: 10 estaciones de regulación y medición y 7,624.45 km de tubería de polietileno de tubería de acero al carbón con diámetros de 1/2", 3/4", 1", 2", 4", 6", 8", 10", 12" y 16" dentro del área de influencia establecido para el presente proyecto y en línea con el límite de la Zona Geográfica de Durango y de conformidad con el título de permiso de distribución de gas natural de Comisión Reguladora de Energía, las cuales se distribuyen como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 6 Red de tubería proyectada

Material	Diámetro (in)	Longitud (km)
Polietileno /Acero	1/2"	4548.14
Polietileno /Acero	1"	
Acero	3/4"	
Polietileno /Acero	2"	2825.15
Polietileno /Acero	4"	109.11
Polietileno /Acero	6"	104.47
Polietileno	8"	3.43
Acero	8" y 10"	27.11

Material	Diámetro (in)	Longitud (km)
Acero	12" y 16"	7.02
	TOTAL	**7624.45**

En síntesis, el presente Estudio de Riesgo Ambiental pretende la actualización en materia de impacto y riesgo ambiental de:

- **Infraestructura construida y operando:**
  - 87.8 km de tubería de acero al carbón (AC). (Ver Tabla **1**)
  - 1,230 km de tubería de polietileno. (Ver **Tabla 1**).
  - 16 Estaciones de Regulación Distritales. (Ver **Tabla 1**)
  - Aclaración del límite de custodia de ECOGAS en la infraestructura existente City Gate "Las Huertas" mostrado en la figura siguiente.

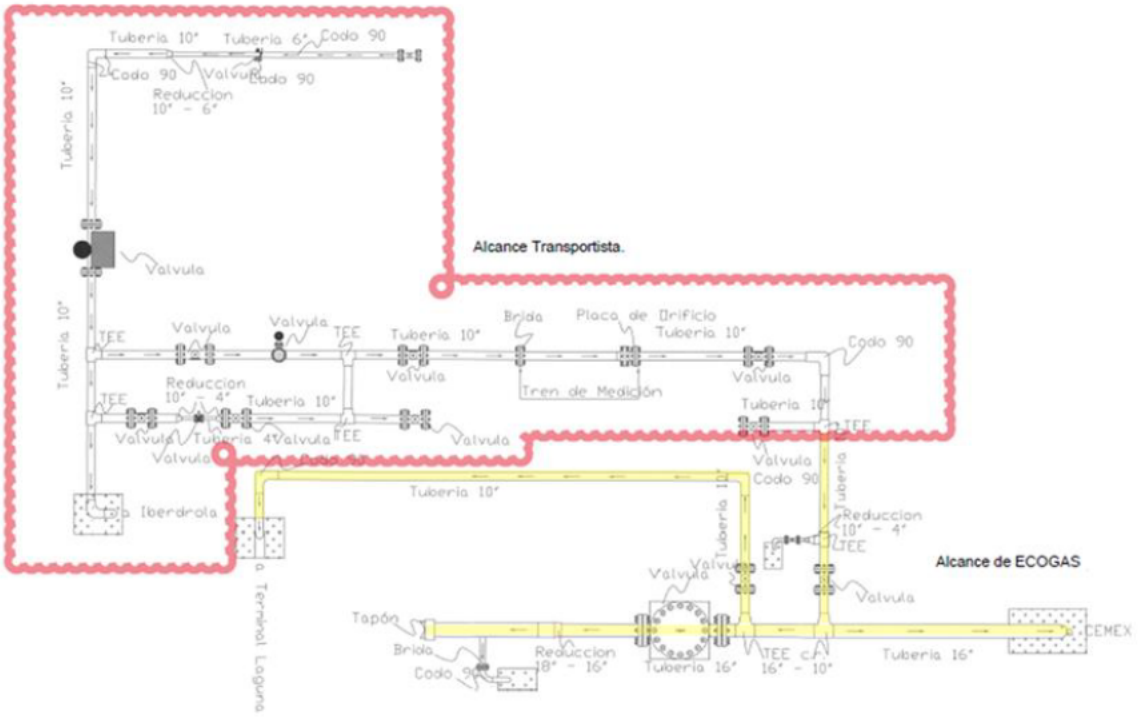


Figura 1. Representación del alcance de ECOGAS en la City Gate denominada Las Huertas.

- **Infraestructura proyectada para su construcción en un plazo de 20 años.**
  - 7624.45 de tubería de acero al carbón (AC). Y tubería de polietileno. (Ver Tabla 4)
  - 10 Estaciones de Regulación.

Con base en lo estipulado por la NOM-003-ASEA-2016; así como por su intención de diseño, del total de tubería indicada en las **Tablas 1 y 4**, ECOGAS ha distinguido los tramos y/o secciones de tubería principal que conforman el SDGN La Laguna.

"4.50 Tubería Principal: Tubería a través de la cual se abastecen los Ramales del Sistema de distribución de Gas."

En resumen, de la red adquirida a PEMEX, los tramos adicionales construidos, considerando la definición de la NOM-003-ASEA-2016, los tramos de tubería principal del SDGN La Laguna son los siguientes:

Tabla 7 Tramos de tubería principal del SDGN La Laguna.

Tramo	Ubicación	Material	Longitud (km)	Diámetro (in)	Año de Construcción	Construido por:	Estatus de autorización
1 Tramo Las Huertas Terminal Laguna	Gómez Palacio	Acero	6.118	12	1972	PEMEX	Autorizado
2 Tramo Huerta-Cemex	Torreón	Acero	20.114	16	1981	PEMEX	Autorizado*
3. Tramo Ferropuertos-John Deere	Torreón	Acero	2.995	6	1982	PEMEX	Autorizado*
	Torreón	Acero	2.276	4	1982	PEMEX	Autorizado*
4. Tramo Cemex-Peñoles	Torreón	Acero	3.482	6	1982	PEMEX	Autorizado*
	Torreón	Acero	6.496	8	1982	PEMEX	Autorizado*
5.Tramo Terminal Laguna-ADM	Gómez Palacio	Acero	4.074	8	1982	PEMEX	Autorizado*
6.Tramo Miguel Alemán	Gómez Palacio	Acero	1.197	6	2002	ECOGAS	**Adicional construido**
7. Tramo Independencia	Torreón	Acero	2.613	6	2002	ECOGAS	Autorizado*
8. Tramo Revolución	Torreón	Acero	6.407	6	2003	ECOGAS	Autorizado*
9. Tramo Ejército Mexicano Gómez Palacio	Gómez Palacio	Acero	3.014	6	2004	ECOGAS	**Adicional construido**
10. Tramo Terminal Laguna-Peñoles	Torreón	Acero	7.725	8	2017	ECOGAS	**Adicional construido**
11. Tubería de 6"	Gómez Palacio-Torreón	Polietileno	43.387	6	En diferentes años	ECOGAS	**Adicional construido**
12. Tubería de 4"	Gómez Palacio – Torreón	Polietileno	63.967	4	En diferentes años	ECOGAS	**Adicional construido**

Tabla 7 Tramos de tubería principal del SDGN La Laguna.

Tramo	Ubicación	Material	Longitud (km)	Diámetro (in)	Año de Construcción	Construido por:	Estatus de autorización
13. Tubería de 3"	Gómez Palacio – Torreón	Polietileno	3.537	3	En diferentes años	ECOGAS	**Adicional construido**
14. Tubería de 2"	Gómez Palacio - Torreón	Polietileno	634.748	2	En diferentes años	ECOGAS	**Adicional construido**

*Autorizado mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

Fuente: ECOGAS, 2022

Cabe precisar, que a pesar de que ECOGAS pretende la actualización en materia de impacto y riesgo ambiental de la infraestructura expuesta en las **Tablas 1 y 4**, el presente Estudio de Riesgo Ambiental hace énfasis en el análisis y evaluación de los riesgos asociados a la operabilidad de la infraestructura correspondiente a los tramos de tubería principal, las Estaciones de Regulación Distritales y del alcance de ECOGAS en la City Gate Las Huertas; ya que, en caso de accidente, estos potencialmente representan un riesgo mayor a la comunidad, el ambiente y la propiedad.

1.1 Fecha de inicio de operación.

En las siguientes tablas se indican las fechas de inicio de operación de cada **tramo principal del SDGN**:

Tabla 8. Fecha de inicio de operación: Tramos principales de acero.

No.	Tramo	Ubicación	Fecha de inicio de operación	Vida útil remanente (años)	Estatus de autorización
1	Tramo Las Huertas Terminal Laguna	Gómez Palacio	1972	354	Autorizado*
2	Tramo Huerta-Cemex	Torreón	1981	56	Autorizado*
3	Tramo Ferropuertos-John Deere	Torreón	1982	138	Autorizado*
4	Tramo Cemex-Peñoles	Torreón	1982	126	Autorizado*
5	Tramo Terminal Laguna-ADM	Gómez Palacio	1982	313	Autorizado*
6	Tramo Miguel Alemán	Gómez Palacio	2002	346	**Adicional construido**
7	Tramo Independencia	Torreón	2002	352	Autorizado*
8	Tramo Revolución	Torreón	2003	345	Autorizado*
9	Tramo Ejército Mexicano Gómez Palacio	Gómez Palacio	2004	348	**Adicional construido**
10	Terminal Laguna-Peñoles	Torreón	2017	184	**Adicional construido**

*Autorizado mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

Tabla 9. Fecha de inicio de operación: Tramos principales de polietileno.

No.	Tramo	Ubicación	Fecha de inicio de operación	Estatus de autorización
1	Tubería de 6”	Gómez Palacio	1999-2022	**Adicional construido**
2	Tubería de 4”	Gómez Palacio	1999-2022	**Adicional construido**
3	Tubería de 3”	Gómez Palacio	1999-2022	**Adicional construido**
4	Tubería de 2”	Gómez Palacio	1999-2022	**Adicional construido**

La fecha de inicio operación de la infraestructura proyectada, se considerará una vez autorizado el presente estudio y superadas las pruebas correspondientes aplicadas a cada tramo construido.

1.2 Ubicación del proyecto.

El SDGN se encuentra ubicado en la zona metropolitana de La Laguna, integrada por los municipios de Lerdo y Gómez Palacio, en Durango; y Torreón en Coahuila.

En el **Anexo A** se incluye:

a. El plano "01 INFRAESTRUCTURA OFICIO D.O.O.DGOEIA.-008168" con la trayectoria del total de infraestructura de acero, ubicación de válvulas de seccionamiento y Estaciones de Regulación y Medición.
b. El plano "02 INFRAESTRUCTURA ADICIONAL CONSTRUIDA" con la trayectoria del total de infraestructura de acero y polietileno, ubicación de válvulas de seccionamiento y Estaciones de Regulación y Medición de la infraestructura adicional construida
c. El Plano "03 INFRAESTRUCTURA PROYECTADA PARA CONSTRUCCIÓN" de la infraestructura proyectada para su construcción en un periodo de 20 años y su futura operación.
d. En la carpeta "03 INFRAESTRUCTURA PROYECTADA PARA CONSTRUCCIÓN" Las coordenadas de los vértices de la tubería proyectada para su construcción, en formato EXCEL, indicando coordenada inicial y final, así como el diámetro y material de la tubería a instalar.

1.3 Criterios y normas consideradas para bases de diseño del Proyecto.

Las bases de diseño con las cuales ha sido desarrollado y bajo las cuales opera el SDGN La Laguna, se derivan de lo señalado en las normas y especificaciones siguientes:

Tabla 10 Normas consideradas en las bases de diseño.

Código de norma	Título
NOM-003 ASEA-2016	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
NOM-009-ASEA-2017	Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del gas natural.
NMX-B-010-1986	Industria siderúrgica tubos de acero al carbono sin costura o soldados, negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes
NMX-B-177-1990	Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente
ASME B 31.8-2003	*Gas transmission and distribution piping systems*.

La red construida previo a la emisión de la NOM-003-ASEA-2016 fue diseñada y construida en cumplimiento con la normatividad aplicable en ese momento, sin embargo, actualmente su operación y mantenimiento se rige bajo el apartado 8 de la norma antes citada.

1.4 Acceso al Proyecto.

La red de distribución se encuentra localizada a lo largo de las ciudades de Lerdo y Gómez Palacio, en Durango, y Torreón en Coahuila, los accesos a esta infraestructura son por las avenidas y vialidades próximas a los derechos de vía de los ductos, mismas que se pueden visualizar en los planos dentro del **Anexo A**.

En resumen, la tabla siguiente muestra las vías de acceso a las instalaciones superficiales del SDGN La Laguna:

Instalación	Acceso	Imagen satelital
City Gate Las Huertas	UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
Estación de Regulación #1 (registro subterráneo)		
Estación de Regulación #2 (registro subterráneo)		

Instalación	Acceso	Imagen satelital
Estación de Regulación #3 (registro subterráneo)	UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
Estación de Regulación #4 (registro subterráneo)		
Estación de Regulación #5 (registro subterráneo)		
Estación de Regulación #6 (registro subterráneo)		

Instalación	Acceso	Imagen satelital
Estación de Regulación #7 (registro subterráneo)	UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
Estación de Regulación #8 (registro subterráneo)		
Estación de Regulación #9 (registro subterráneo)		
Estación de Regulación #10		

Instalación	Acceso	Imagen satelital
Estación de Regulación #11 (registro subterráneo en estación de servicio)	UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
Estación de Regulación #12		
Estación de Regulación #13 (válvulas expuestas con enrejado externo)		
Estación de Regulación #14		

Instalación	Acceso	Imagen satelital
Estación de Regulación #15	UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
Estación de Regulación #16 (Instalación superficial)		

*Autorizado mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

1.5 Autorizaciones.

Como antecedente, el SDGN La Laguna cuenta con las siguientes resoluciones en materia de medio ambiente:

- **Oficio D.O.O.D.DGOEIA.-08168** emitido por la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA) el 13 de diciembre de 1999, autorizando el desarrollo del proyecto "Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de La Laguna" de DGN de La Laguna Durango, S. de R.L. de C.V. La autorización contempla un sistema compuesto de un gasoducto existente (ramal de 16" y 12" de diámetro construido y vendido por PEMEX, Gas y Petroquímica Básica) con una longitud de 43 km, así como la ampliación de dos ramales nuevos hacia el área urbana con una longitud de 13.162 km en tubería de 6" y 4 estaciones de regulación.
- **Oficio S.G.P.A./DGIRA/DEI/3303/04** emitido el 14 de diciembre 2004 por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), autorizando la ampliación de la vigencia de 5 años para la instalación y operación autorizada por la DGOEIA, para las obras y actividades del proyecto.
- **Oficio DGGIMAR.710/000676** emitido por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) el 15 de febrero de 2005. Mediante el cual se aprueba la Actualización del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0 para el proyecto "Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de La Laguna".

- ECOGAS México, S. de R.L. de C.V. ha solicitado tres ampliaciones adicionales del plazo de vigencia para continuar con la instalación y operación del proyecto “Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de La Laguna”, presentando para ello informes de cumplimiento de las condicionantes establecidas. Ampliaciones de plazo que han sido otorgadas mediante los oficios:
  - **S.G.P.A./DGIRA/DG/7978/09** del 10 de diciembre de 2009, con una vigencia adicional de 2.5 años;
  - **S.G.P.A./DGIRA/DG/3584** del 14 de mayo de 2012, con una vigencia adicional de 5 años; y
  - **ASEA/UGSIVC/DGGC/15674/2017** del 29 de noviembre de 2017, con una vigencia adicional de 5 años.
- **Oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/13014/2021** emitido por parte de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) el 17 de diciembre de 2021, negando la modificación al proyecto solicitada por ECOGAS México para declarar el cambio de técnicas constructivas en cruces con cuerpos y corrientes de agua.

Los resolutivos antes referidos se incluyen en el **Anexo B** del presente estudio.

1.6 Integración al Programa de Desarrollo Urbano Municipal, Estatal o Nacional.

1.6.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

El 13 de agosto de 2012 se publicó el Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) que regionaliza el territorio nacional en 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) para el establecimiento de estrategias y acciones enfocadas en las características de cada una.

De acuerdo a esta regionalización, el proyecto y su Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para el proyecto en comento, se ubica en 2 Regiones Ecológicas (8.17 y 9.24) y en las UAB 110 y 27 denominadas Bolsón de Mapimí Sur y sierras transversales, respectivamente.

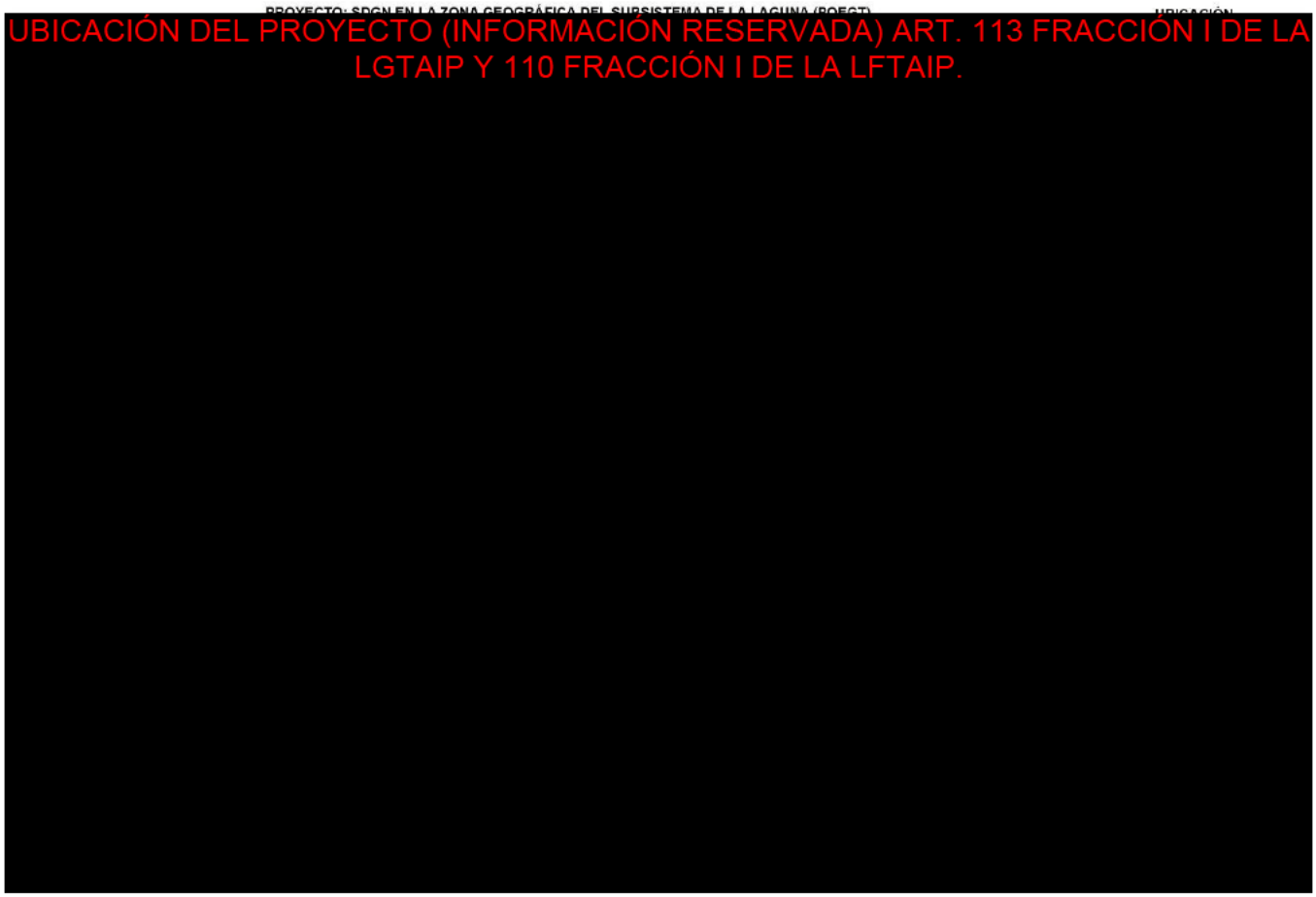


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

Se describe y relaciona el proyecto con ambas UAB a continuación de forma general, y con cada una de las estrategias y lineamientos que le corresponden en la actualización de impacto ambiental correspondiente:

UAB 110. Inestable. Conflicto sectorial bajo con baja superficie de áreas naturales protegidas. Alta degradación de suelos y media degradación de la vegetación con degradación media por Desertificación. Escenario a 2033 Muy crítico	El área del SDGN La Laguna no tiene incidencia en ecosistemas sensibles, por el contrario, se ubica en una zona altamente urbanizada. El SDGN La Laguna no considera ni realiza actividades agrícolas que directamente provoquen degradación del suelo. Así mismo, al estar en un área urbana, su operación no supone la degradación de la vegetación.
UAB 24. Estable. Conflicto sectorial bajo, con baja superficie de áreas naturales protegidas y baja degradación de suelos y vegetación. Baja degradación por desertificación y no se presenta modificación antropogénica. Escenario a 2033. Inestable	El SDGN La Laguna no tiene incidencia en ecosistemas sensibles y tampoco considera el aprovechamiento de recursos naturales dentro de la UAB. Así mismo, su operación impulsa de forma indirecta el desarrollo de la región de manera

competitiva y sustentable aprovechando el dinamismo, fortaleza y riqueza de la misma para impulsar el desarrollo regional.

1.6.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEDD).

La última actualización del POEDD, publicada el 8 de septiembre de 2016 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango, realiza una propuesta de delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y un modelo de Ordenamiento Ecológico de acuerdo con los usos compatibles e incompatibles del suelo, asignando políticas, lineamientos y criterios de regulación ecológica a cada unidad de gestión ambiental.

Conforme a este Modelo de Ordenamiento Estatal, el proyecto incide en las UGA 183, 197, 202, 204 y 275, que tienen definidas las políticas de Restauración, Restricción, Conservación y Protección, como se describe en la siguiente tabla y en la **Figura 3.**

Tabla 11. Unidades de Gestión Ambiental del POEDD incidencia para el proyecto.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política Ambiental	Superficie de incidencia (Ha)	%
183	Restauración	69.95	0.23
197	Restricción	28,966.35	97.85
202	Conservación	35.41	0.11
204	Conservación	15.88	0.05
275	Protección	512.78	1.73
Total		**29,600.38**	**100**

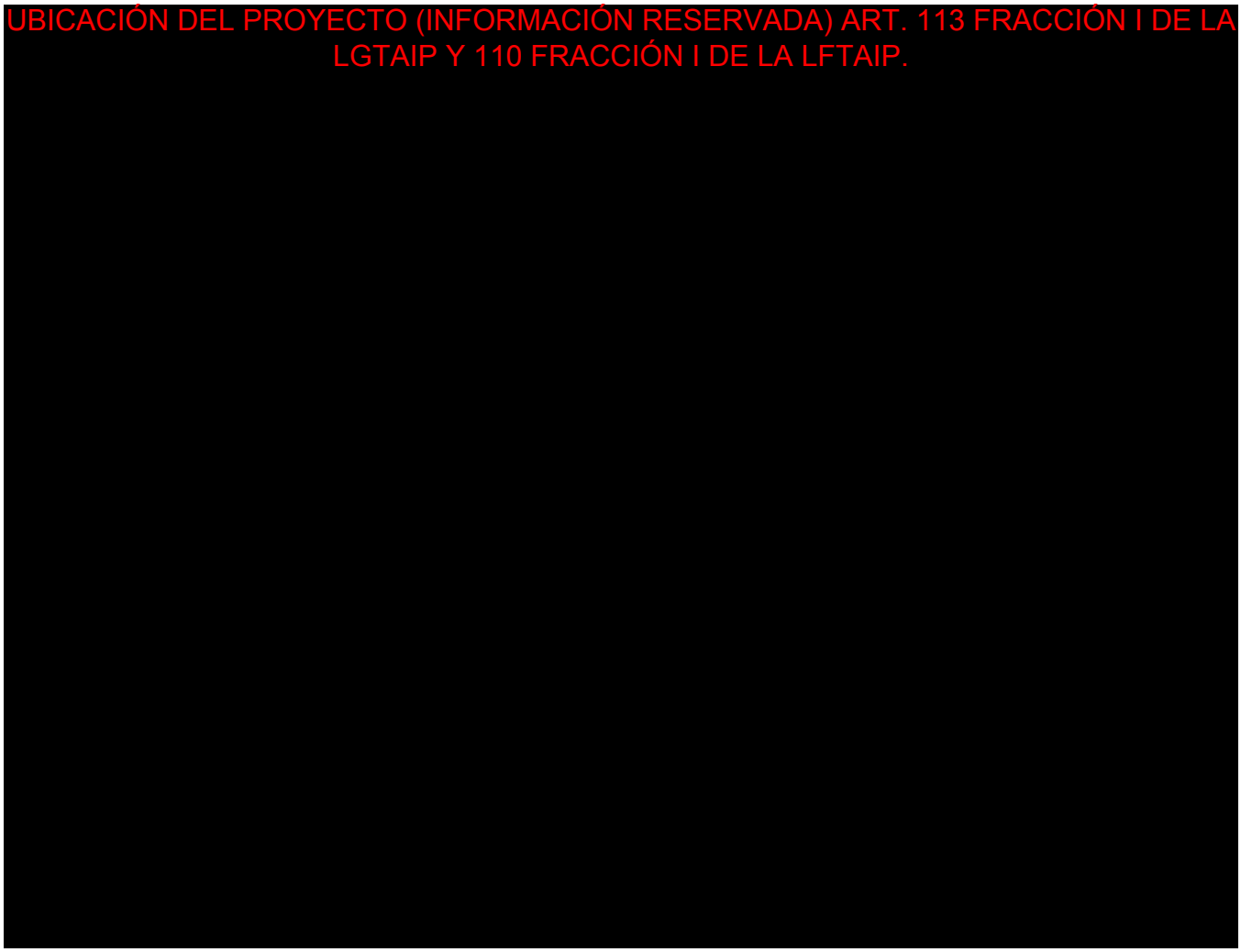


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango.

El SDGN La Laguna actualmente en operación, al estar ya construido, no supone un impacto mayor al ya presente en la zona urbana del municipio de Torreón. No obstante, se ratifica que las actividades requeridas para la instalación del gasoducto y sus instalaciones se realizaron en conformidad con las disposiciones oficiales y normativas incluyendo la adecuada disposición de residuos de excavación y constructivos y el tratamiento del agua residual generada (por uso de sanitarios portátiles, como insumo en la construcción) mediante un prestador de servicios autorizado.

La vinculación con cada una de las estrategias establecidas por el POEDD se presenta en la correspondiente actualización de Impacto Ambiental presentada para el SDGN La Laguna.

1.6.3 Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Gómez Palacio, Durango.

El municipio de Gómez Palacio, localizado al noreste del Estado de Durango entre las coordenadas 25 32’ y 25° 54’. Su Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal divide al municipio en diferentes UGA, siendo que el SDGN La Laguna incide sobre las UGA 10 y 16.

Los lineamientos de las UGA's están enfocados al Aprovechamiento Sustentable (UGA 16) y la gestión adecuada de las actividades a realizar para prevenir daños al ambiente incluyendo el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos, uso eficiente y sustentable del agua; actividades que el proyecto llevó a cabo durante su instalación en apego a las condicionantes y lineamientos normativos.

En ambas UGAs el lineamiento Di02 indica que no se permitirá el establecimiento de actividades industriales altamente riesgosas en las cercanías de zonas habitacionales, comerciales y de servicios; si bien, el SDGN La Laguna se considera una actividad altamente riesgosa por el volumen de gas que distribuye en la zona urbana, su operación se realiza con estricto apego a lo indicado por la normatividad del sector hidrocarburos y la normatividad estatal y municipal aplicable.

La relación de las actividades del SDGN en operación "La Laguna" con todos los lineamientos de las UGA's se presenta en la actualización de impacto ambiental correspondiente.

1.6.4 Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo, Durango.

El municipio de Lerdo se encuentra subdividido en 30 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), conforme al documento propuesto como Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo (POEML) sometido a un Taller de Participación Publica llevado a cabo el 14 de diciembre de 2011. Esta versión es la única disponible para el municipio.

El SDGN La Laguna incide en la UGA 9, a la que aplican Criterios de Regulación Ecológica (CRE) enfocados a diferentes industrias y responsables (puede ser la autoridad municipal o cualquier persona que lleve o pretenda llevar a cabo actividades que puedan causar daños al ambiente).

El proyecto se ha vinculado con cada uno de los CRE en el estudio de actualización del Impacto Ambiental correspondiente al SDGN La Laguna; dentro de los más relevantes aplicables al proyecto por su incidencia en la UGA 9 son los siguientes:

Tabla 12. Vinculación del SDGN La Laguna con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
AGR2.- Los envases de agroquímicos, deberán ser manejados como residuos peligrosos, previo a un tratamiento para posteriormente ser dispuestos como de manejo especial, evitando su dispersión en las áreas donde se utilicen.	No aplica al proyecto. Sin embargo, se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos, que permitirá al regulado su resguardo con seguridad y por periodos de no más de 30 días. Dicho almacenamiento se llevará a cabo en conformidad con lo establecido en este artículo y en la normatividad vigente y aplicable. Para su recolección, transporte y disposición final, el regulado contratará a una empresa debidamente autorizada para realizar tales actividades

Tabla 12. Vinculación del SDGN La Laguna con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
IND1.- Las construcciones dedicadas a la industria deberán contar con una reserva de vegetación nativa como áreas de amortiguamiento, la cual deberá ser de al menos 2% del área ocupada por la empresa, con una franja que circunde el predio. De no ser posible la utilización de vegetación nativa, se deberá utilizar vegetación alóctona que no implique un daño a la vegetación nativa circundante.	No aplica al proyecto ya que el SDGN La Laguna está establecido sobre el derecho de vía existente de vialidades públicas. Durante la instalación del SDGN La Laguna se llevaron a cabo acciones de mitigación de impactos sobre la vegetación, que, al ubicarse en una zona urbana, se limita a vegetación herbácea de tipo oportunista.

1.6.5 Programa de ordenamiento Ecológico de Coahuila (POEEC).

El Programa de Ordenamiento Ecológico de Coahuila decretado el 28 de noviembre de 2017 es el instrumento de permite proteger, preservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos del estado.

En el área de la Ciudad de Torreón, donde está ubicado el SDGN La Laguna, son aplicables diferentes Criterios de Regulación Ecológica; a continuación, se muestran los más relevantes por su aplicación, mientras que en el correspondiente estudio de Actualización del Impacto Ambiental se vincula con todos los Criterios aplicables:

- GEN3.- El derecho de vía de los caminos deberá mantenerse libre de vegetación con el fin de disminuir el atropellamiento de especies animales. **Es aplicable al SDGN La Laguna ya que se establece sobre derecho de vía de vías públicas y requiere que el área sobre el ducto esté libre de vegetación para las maniobras de mantenimiento.**
- GEN 4.- Para garantizar el desarrollo sustentable de la UGA, el proceso de evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) deberá garantizar la congruencia de éstas con los programas de ordenamiento ecológico existentes. **Se vincula al SDGN La Laguna que cuenta con autorización en materia de impacto ambiental y se encuentra en proceso de actualización del impacto ambiental.**
- IND2.- Para mitigar los impactos de los procesos industriales sobre el medio ambiente, la disposición de aguas residuales no tratadas, residuos sólidos y de construcción, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural serán llevadas a cabo de conformidad con las prohibiciones establecidas en las leyes, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables. **La operación del SDGN La Laguna se ha realizado conforme a los requerimientos y lineamientos normativos en materia de residuos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos.**

1.6.6 Programa de Ordenamiento Ecológico de Torreón, Coahuila.

Las políticas ambientales para el ordenamiento ecológico del municipio de Torreón se definieron mediante un análisis detallado de las características del municipio, que está subdividido en 24 Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

En total, el Programa de Ordenamiento ecológico del municipio de Torreón considera 4 políticas ecológicas: Restauración, cuando el territorio presenta deterioro en sus componentes; Conservación, cuando la mayor parte de la UGA está cubierta por vegetación natura sin deterioro; Aprovechamiento, cuando la UGA presenta un porcentaje importante de superficie con actividades o aptitudes sectoriales productivas; y Protección, cuando la UGA abarca una importante superficie de Áreas Naturales Protegidas.

El SDGN La Laguna incide en la UGA No. 1 que cuenta con políticas de Desarrollo Urbano, Industrial y Conservación Agrícola. En la siguiente tabla se muestra la vinculación del SDGN con los Criterios de Regulación Ecológica.

Tabla 13 vinculación del SDGN con los Criterios de Regulación Ecológica.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
L1.- Consolidar el desarrollo urbano de la ciudad de Torreón, respetando lo establecido en el plan rector urbano y favoreciendo la conservación de las 87 ha con vegetación primaria de matorral microfilo, las poco más de 3 mil ha de vegetación primaria de matorral desértico rosetófilo y las 667 ha de vegetación halófita en condición primaria. Así mismo favorecer la conservación de al menos el 70% de las actuales áreas agrícolas, que ocupan poco más de 9 mil ha, así como las áreas inundables y de recarga.	El SDGN La Laguna se instaló en congruencia y vinculación con los Programas de Desarrollo aplicables.
Fomentar la calidad ambiental en el desarrollo urbano de la ciudad a través de un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, así como la preservación de la vegetación primaria, y la optimización en el uso del agua y la energía.	El SDGN La Laguna, durante su instalación, aplicó acciones para el adecuado manejo de residuos sólidos y líquidos, así como para la minimización de sus impactos en el medio. Cabe mencionar que, al estar ubicado sobre el derecho de vía existente de las vialidades públicas, la afectación a la vegetación fue mínima al tratarse de especies herbáceas adaptadas a las condiciones urbanas.
URB44.- En toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación se deberán aplicar medidas preventivas para el manejo adecuado de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y fluido provenientes de la maquinaria en uso.	Aunque el SDGN La Laguna ya se encuentra instalado y en operación, cabe destacar que durante su instalación se aplicaron las medidas preventivas necesarias para el manejo adecuado de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y fluidos provenientes de la maquinaria en uso.

Tabla 13 vinculación del SDGN con los Criterios de Regulación Ecológica.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
URB 45.- Toda obra en su etapa de construcción deberá contar con un sistema de manejo de desechos sanitarios que evite su infiltración en el manto acuífero.	Aunque el SDGN La Laguna ya se encuentra instalado y en operación, cabe destacar que durante su instalación se contó con el servicio de un proveedor para el adecuado tratamiento y disposición de los residuos sanitarios.
IND5.- Las industrias deberán contar con planes para la prevención y el manejo integral de todos los residuos que generen.	Aunque el SDGN La Laguna ya se encuentra instalado y en operación, cabe destacar que durante su instalación se contó con el servicio de un proveedor para el correcto manejo y disposición de los residuos generados. Así mismo, se cuenta con procedimientos y medidas para los residuos que se pudiesen generar durante las actividades de mantenimiento del sistema en operación.
IND11.- Se aplicarán medidas de prevención y atención de emergencias derivadas de accidentes relacionados con el almacenamiento de combustibles, así como por altos riesgos naturales (sismos, inundaciones, etc.). Se instrumentarán planes de emergencia para la evaluación de la población en caso de accidentes, planes de manejo como respuesta a derrames y/o explosiones de combustibles y solventes, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas.	El SDGN La Laguna, si bien, no es una sola instalación, cuenta con su correspondiente Programa para Atención de Emergencias previendo cualquier evento que pudiera desencadenarse a raíz de fenómenos naturales o fenómenos provocados por actividades de mantenimiento o terceros.

1.7 Especificaciones de los ductos.

A continuación, se describen las características de los tramos de tubería principal del SDGN La Laguna:

Tabla 14 Especificaciones del ducto: Tramos principales acero

Nombre del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM				Espesor (in)	Diámetro (in)	Presión de prueba hidrostática (kg/cm²)	Especificación del ducto	Código de diseño	Presión (kg/cm²)		
			Inicio		Fin							Min	Normal	Máx
			X	Y	X	Y								
Tramo Las Huertas Terminal Laguna	0+000	6+118	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.				0.25	12	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Huerta-Cemex	0+000	20+114					0.25	16	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Ferropuertos-John Deere	0+000	5+671					0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
	0+000	2+276					0.213	4	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Cemex-Peñoles	0+000	3+482					0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
	3+482	6+496					0.188	8	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Terminal Laguna-ADM	0+000	4+074					0.25	8	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09

Nombre del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM				Espesor (in)	Diámetro (in)	Presión de prueba hidrostática (kg/cm²)	Especificación del ducto	Código de diseño	Presión (kg/cm²)		
			Inicio		Fin							Min	Normal	Máx
			X	Y	X	Y								
Tramo Miguel Alemán	0+000	01+197	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.				0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo ndependencia	0+000	2+613					0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Revolución	0+000	6+407					0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Tramo Ejército Mexicano Gómez Palacio	0+000	3+014					0.25	6	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09
Terminal Laguna - Peñoles	0+000	7+725					0.322	8	17.575**	API-5L SPEC	ASME B31.8	10.55	14.06	21.09

**Presión correspondiente a 1.25 veces la presión de operación para ductos en clase de localización 1 y 2 de acuerdo al Apartado 6.9.5.9 de la NOM-003-ASEA-2016.

Las especificaciones de la tubería **proyectada para su construcción** son las que se detallan en las siguientes tablas:

Los tubos de acero que serán utilizados para la conducción de gas deben satisfacer lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-VIGENTE, así como los requerimientos mínimos de fabricación establecidos en las Normas Mexicanas vigentes; o en ausencia de éstas, los estándares internacionales aplicables, de acuerdo al tipo y características del tubo de acero que requiera el sistema de distribución.

La tubería de acero al carbón tendrá los diámetros, y presión de operación que se describen en la tabla siguiente.

Tabla 15 Características de diseño de la tubería de acero a instalar

Material	Diámetro (in)	Espesor de Pared	Presión de operación (psi)
Acero al carbón	1/2” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	3/4” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	1” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	2” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	4” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	6” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	8” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	10” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	12” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300
	16” nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-300

Tabla 16 Especificaciones del ducto: Tramos principales polietileno

Nombre del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM				Espesor (in)	Diámetro (in)	Presión de prueba hidrostática (kg/cm²)	Especificación del ducto	Código de diseño	Presión (kg/cm²)		
			Inicio		Fin							Min	Normal	Máx
			X	Y	X	Y								
PE 6"	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 6" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.602	6	3.07*	PE-4710 SDR-11	NMX-3-043-SCFI-2002	-	2.46	7.03
PE 4"	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 4" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.409	4	3.07*	PE-4710 SDR-11	NMX-3-043-SCFI-2002	-	2.46	7.03
PE 3"	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 3" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.318	3	3.07*	PE-4710 SDR-11	NMX-3-043-SCFI-2002	-	2.46	7.03
PE 2"	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 2" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.216	2	3.07*	PE-4710 SDR-11	NMX-3-043-SCFI-2002	-	2.46	7.03

*Presión correspondiente a 1.25 veces la presión de operación para ductos en clase de localización 1 y 2 de acuerdo al Apartado 6.9.5.9 de la NOM-003-ASEA-2016.

Por otra parte las tuberías de polietileno que serán utilizados para la conducción de gas deben cumplir con la Norma Mexicana NMX-E-043-SCFI-2017 o la que se encuentre vigente.

Los tubos de polietileno que se utilizan para la conducción de gas natural y gas licuado de Petróleo se clasifican de acuerdo con su material de fabricación y color del tubo, en las siguientes:

- Polietileno de media densidad (PEMD)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)

Las características de la tubería de polietileno a instalar se describen en la tabla siguiente.

Tabla 17 Características de la tubería de polietileno a instalar

Material	Diámetro	Espesor de Pared	Presión de operación (psi)
Polietileno de Alta y media densidad	1/2" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100
	1" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100
	2" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100
	4" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100
	6" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100
	8" nominal	NOM-003-ASEA-VIGENTE	45-100

1.8 Clase de localización.

La red de distribución, motivo del presente estudio, se encuentra ubicada en clases de localización 1, 2 y 3 que de acuerdo con el apartado 5.1.1.1.1 de la NOM-003-ASEA-2016 corresponde a:

- Clase 1: El área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones para ocupación humana.
- Clase 2: El área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones para ocupación humana.
- Clase 3: El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más para ocupación humana.

Tabla 18 Clase de localización. Tramos principales acero

Nombre del ducto	Tipo	Inicio km	Fin km	Coordenadas UTM				Espesor in
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
Tramo Las Huertas Terminal Laguna	2	0+000	6+118	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.				0.25
Tramo Huerta-Cemex	2 y 3	0+000	20+114					0.25
Tramo Ferropuertos-John Deere	2	0+000	5+671					0.25
	2	0+000	2+276					0.213
Tramo Cemex-Peñoles	2	0+000	3+482					0.25
	2	3+482	6+496					0.188
Tramo Terminal Laguna-ADM	1	0+000	4+074					0.25
Tramo Miguel Alemán	2	0+000	01+197					0.25
Tramo Independencia	2	0+000	2+613					0.25
Tramo Revolución	1	0+000	6+407					0.25
Tramo Ejército Mexicano Gómez Palacio	2	0+000	3+014					0.25
Terminal Laguna - Peñoles	1	0+000	7+725					0.322

Tabla 19 Clase de localización. Tramos principales polietileno.

Nombre del ducto	Tipo	Inicio km	Fin km	Coordenadas UTM				Espesor in
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
PE 6"	3	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 6" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.602
PE 4"	3	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 4" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.409
PE 3"	3	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 3" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.318
PE 2"	3	La trayectoria y coordenadas de la tubería de polietileno de 2" se encuentran para consulta en el **Anexo A**						0.216

1.9 Sistema de protección catódica.

El SDGN La Laguna cuenta con un sistema de protección catódica conformado por rectificadores, postes de medición de potenciales y ánodos, en el plano “DISEÑO DE PROTECCIÓN CATÓDICA DEL PROYECTO” dentro del **Anexo A** se incluye la ubicación y coordenadas de cada elemento que compone al sistema.

Referente a la red proyectada el sistema de protección catódica se implementará con base en el “Apéndice Normativo II Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas” de la NOM-003-ASEA-2016.

1.10 Cruzamientos.

En total, se han identificado 59 cruces asociados a tramos principales de acero y polietileno. En el **Anexo A** se incluye el listado puntualizando el nombre, tipo, ubicación y sistemas de seguridad, así mismo, en este anexo se presenta el archivo KMZ “CRUCES 2022” con la ubicación del total de cruces identificados.

Cabe mencionar que el SDGN, al encontrarse dentro de un área completamente urbanizada, presenta numerosos cruces con vialidades, para efectos de un análisis más eficiente y representativo, se han considerado los cruces con carreteras o vialidades principales considerados de mayor impacto.

1.11 Señalamientos.

Sobre el derecho de vía de la red se cuentan con postes de señalización. En el **Anexo A** se incluye el listado de postes de señalización ubicados en tramos principales de acero y polietileno del SDGN La Laguna.

En la red proyectada a futuro se colocarán señalamientos en ambos lados del cruce con una carretera, camino público y/o ferrocarril; ambos lados de un cruce aéreo, fluvial y otros cuerpos de agua. La distancia mínima entre cada señalamiento será de 1000 m para Clases de localización 1 y 2, 500 m para Clases de localización 3 y 100 m para Clases de localización 4. Los señalamientos contendrán alguna de las siguientes palabras: "Advertencia, cuidado, precaución". Estas palabras tendrán un alto de 25 por 6 mm de ancho y serán seguidas de las frases; "tubería a Presión bajo tierra, Gas Natural, Gas Licuado de Petróleo."; "no cavar, no golpear, no construir". (Esta frase podrán ir en letras o en símbolo). "En caso de emergencia, llamar a: (Nombre del Regulado)"; "Teléfonos: Clave lada, teléfono(s) local y/o número libre de cargo". Los señalamientos irán en fondo color amarillo y letras color negro. Todo lo anterior se realizará con base en el Apartado 6.2 de la NOM-003-ASEA-2016.

1.12 Instalaciones superficiales.

El SDGN La Laguna cuenta con una (1) City Gate y dieciséis (16) Estaciones de Regulación, a continuación, en la **Tabla 20** se presentan sus características.

Tabla 20 Instalaciones superficiales: City Gate existente y Estaciones de Regulación construidas.

Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Pasos de regulación	Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm²)	
			Entrada	Salida
City Gate Las Huertas	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	1	35.16	14.06
ER #1		2	14.06	2.46
ER #2		2	14.06	2.46
ER #3		2	14.06	2.46
ER #4		2	14.06	2.46
ER #5		2	14.06	2.46
ER #6		2	14.06	2.46
ER #7		2	14.06	2.46
ER#8		2	14.06	2.46
ER #9		2	14.06	2.46
ER #10		2	14.06	2.46
ER #11		2	14.06	2.46
ER #12		2	14.06	2.46
ER #13		2	14.06	2.46
ER #14		2	14.06	2.46

Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Pasos de regulación	Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm²)	
			Entrada	Salida
ER #15	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA)	2	14.06	2.46
ER #16		2	14.06	2.46

Los diagramas de Tubería e Instrumentación de la City Gate y Estaciones de Regulación Distritales se encuentran en el **Anexo A**, disponibles para su consulta.

.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El Sistema de Distribución de Gas Natural La Laguna tiene su origen en 1999 a raíz del permiso de distribución G/063/DIS/99 otorgado por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) a DGN de La Laguna Durango, S. de R.L. de C.V., hoy ECOGAS México, S. de R.L. de C.V. para la distribución de gas natural en la zona geográfica de La Laguna-Durango durante 30 años.

Actualmente el sistema suministra gas natural a 40,000 puntos de consumo de tipo residencial, comercial e industrial. El sistema recibe el gas natural a través de 1 punto de entrega denominado City Gate "Las Huertas" y está constituido por una red de tubería de 87.8 km de acero de diferentes diámetros y por 1,230 km de tubería de polietileno de diferentes diámetros además de 16 estaciones de regulación y medición que actualmente se encuentran en operación.

El sistema recibe el gas natural a través del punto de entrega denominado City Gate Las Huertas, desde un ducto perteneciente a Petróleos Mexicanos / CENEGAS, cuyas características principales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21. Punto de entrega del SDGN de La Laguna.

Punto de entrega	Capacidad nominal de operación (sm^3/h)	Presión de entrada (psi)	Presión de medición (psi)	Presión de entrega (psi)
CG Las Huertas	16,380	350-500	200	200

El SDGN se opera manteniendo una presión de 200 psi manométrica en todos los tramos que lo componen, mediante Estaciones de Regulación distribuidas en la zona metropolitana de la Laguna, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 22 Estaciones de regulación de presión en el SDGN La Laguna.

No.	ID en el plano	Tramo al que se conecta:	Función
1	ER #1	Estación Medición	Regulación de presión.
2	ER #2	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.
3	ER #3	Tramo Revolución	Regulación de presión.
4	ER #4	Tramo Miguel Alemán	Regulación de presión.
5	ER #5	Tramo Independencia	Regulación de presión.
6	ER #6	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.
7	ER #7	Tramo Ejército Mexicano - Gómez Palacio (periférico)	Regulación de presión.
8	ER #8	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.
9	ER #9	Tramo Revolución	Regulación de presión.
10	ER #10	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.
11	ER #11	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.

Tabla 22 Estaciones de regulación de presión en el SDGN La Laguna.

No.	ID en el plano	Tramo al que se conecta:	Función
12	ER #12	Tramo Cemex-Peñoles	Regulación de presión.
13	ER #13	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.
14	ER #14	Tramo Las Huertas Terminal Laguna	Regulación de presión.
15	ER #15	Tramo Terminal Laguna-ADM	Regulación de presión.
16	ER #16	Tramo Huerta-Cemex	Regulación de presión.

Para realizar el suministro hacia los consumidores, se instalan acometidas, estos arreglos de tuberías y accesorios tienen la función de reducir la presión de 200 psi hasta la presión requerida por cada cliente conforme a sus necesidades y de medir el consumo de cada uno, este arreglo depende del tipo de cliente.

2.1 Sustancia manejada en el proceso.

La sustancia manejada en la operación del Proyecto es el gas natural, este es distribuido de acuerdo con lo indicado en la NOM-001-SECRE-2010 “Especificaciones del gas natural”, cuya composición se muestra a continuación:

Tabla 23 Composición gas natural.

Componente	Cantidad (%)
Metano (CH_4) – Mín.	84.00
Etano (C_2H_6)- Máx.	11.00
Oxígeno (O_2) – Máx.	0.20
Nitrógeno (N_2) – Máx	4.00
Bióxido de carbono (CO_2) – Máx.	3.00

La **Tabla 24** presentan las características de peligrosidad de la sustancia. La Hoja de Datos de Seguridad se encuentra disponible en el **Anexo C** para su consulta.

Tabla 24 Resumen de sustancias peligrosas.

Nombre químico de la sustancia	No. CAS	Riesgo Químico					Gas (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en listado de actividades altamente riesgosas
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (ton/día)	Máxima de transporte (ton/día)	Máxima de almacenamiento (ton)		
Gas natural	8006-14-2			X		X	13923	84 - Mín (CH_4)	No aplica	289,729	No aplica	No aplica	500 kg (metano)

Para estimar la cantidad de gas natural entrampado en la infraestructura adicional construida y proyectada del SDGN La Laguna, se aplicaron los conceptos de la Ley de los Gases Ideales, que se traducen en la ecuación de estado de gas ideal, la cual parte de un gas hipotético formado por partículas puntuales, sin atracción ni repulsión entre ellas y cuyos choques son perfectamente elásticos (conservación de momento y energía cinética). La energía cinética es directamente proporcional a la temperatura del gas ideal.

La ecuación describe normalmente la relación entre la presión, el volumen, la temperatura y la cantidad (en moles) de un gas ideal, expresada de la siguiente forma:

$$\mathbf{PV = nRT}$$

Dónde:
P = Presión (atm)
V = Volumen (Litros)
R = Constante de gases (0.082 atm*L / mol*K)
T = Temperatura (°K)
n = Moles de gas

Para la determinación de la cantidad de masa de gas, primero se obtendrá el volumen del gas por medio de la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{V = (\pi)(r^2)(L)}$$

Donde:

π es 3.1416
r es el radio del ducto en metros
L es la longitud del tramo del ducto

En la tabla anterior se muestra el volumen de gas en la infraestructura adicional construida y proyectada del SDGN La Laguna usando la formula anterior.

Tabla 25 Volumen de gas natural en: Tramos principales de acero y polietileno.

Ducto	Diámetro (mm)	Volumen (m^3)	Volumen (l)
Red en operación adicional construida.			
Tramos de acero de 8" Ø	203.2	429.17	429170.08
Tramos de acero de 6" Ø	152.4	289.53	289529.28
Tramos de acero de 4" Ø	101.6	62.43	62434.61
Tramos de acero de 2" Ø	50.8	15.62	15624.46
Tramos de acero de 3/4" Ø	19.05	124.56	124555.32
Polietileno 6" Ø	152.4	791.44	791444.48
Polietileno 4" Ø	101.6	518.6	518602.13
Polietileno 3" Ø	76.2	16.13	16130.06
Polietileno 2" Ø	50.8	1286.53	1286529.24
Polietileno 1" Ø	25.4	5.79	5787.63
Polietileno 1/2" Ø	12.7	56.88	56880.58
Red proyectada a futuro			
Tramo de acero de 16" Ø	406.4	6485.87	6485870.9
Tramo de acero de 12" Ø	304.8	3648.3	3648302.38
Tramo de acero de 10" Ø	254	2533.54	2533543.32
Tramo de acero de 8" Ø	203.2	1621.47	1621467.72
Tramo de acero de 6" Ø	152.4	1824.15	1824151.19
Tramo de acero de 4" Ø	101.6	1216.1	1216100.79

Ducto	Diámetro (mm)	Volumen (m³)	Volumen (l)
Tramo de acero de 2" Ø	50.8	506.71	506708.66
Acometida de acero 2" Ø	50.8	50.67	50670.87
Acometida de acero 1" Ø	25.4	25.34	25335.43
Acometida de acero 1/2" Ø	12.7	12.67	12667.72
Polietileno 8" Ø	203.2	1621.47	1621467.72
Polietileno 6" Ø	152.4	2736.23	2736226.79
Polietileno 4" Ø	101.6	2026.83	2026834.66
Polietileno 2" Ø	50.8	2026.83	2026834.66
Acometida polietileno 2" Ø	50.8	202.68	202683.47

Una vez obtenido el valor del volumen del gas, es pertinente determinar el número de moles de gas, a partir de la ecuación de gases ideales:

$$n = \frac{PV}{RT}$$

Datos:

P (atm)
T (°K)
R = 0.082 atm l / mol K

Tabla 26 Resultado de número de moles por sección.

Ducto	Presión (atm)	Volumen (l)	Temperatura (°K)	Constante de los gases ideales (atm L/mol °K)	Resultado número de moles (mol)
Red en operación adicional construida					
Tramos de acero de 8" Ø	13.61	429170.08	301.15	0.08	236532.51
Tramos de acero de 6" Ø	13.61	289529.28	301.15	0.08	159570.97

Tabla 26 Resultado de número de moles por sección.

Ducto	Presión (atm)	Volumen (l)	Temperatura (°K)	Constante de los gases ideales (atm L/mol °K)	Resultado número de moles (mol)
Tramos de acero de 4" Ø	13.61	62434.61	301.15	0.08	34410.17
Tramos de acero de 2" Ø	13.61	15624.46	301.15	0.08	8611.26
Tramos de acero de 3/4" Ø	13.61	124555.32	301.15	0.08	68647.34
Polietileno 6" Ø	2.38	791444.48	301.15	0.08	76329.52
Polietileno 4" Ø	2.38	518602.13	301.15	0.08	50015.71
Polietileno 3" Ø	2.38	16130.06	301.15	0.08	1555.64
Polietileno 2" Ø	2.38	1286529.24	301.15	0.08	124077.14
Polietileno 1" Ø	2.38	5787.63	301.15	0.08	558.18
Polietileno 1/2" Ø	2.38	56880.58	301.15	0.08	5485.75
Red proyectada a futuro					
Tramo de acero de 16" Ø	13.61	6485870.90	301.15	0.08	3574618.55
Tramo de acero de 12" Ø	13.61	3648302.38	301.15	0.08	2010722.94
Tramo de acero de 10" Ø	13.61	2533543.32	301.15	0.08	1396335.37
Tramo de acero de 8" Ø	13.61	1621467.72	301.15	0.08	893654.64
Tramo de acero de 6" Ø	13.61	1824151.19	301.15	0.08	1005361.47
Tramo de acero de 4" Ø	13.61	1216100.79	301.15	0.08	670240.98
Tramo de acero de 2" Ø	13.61	506708.66	301.15	0.08	279267.07
Acometida de acero 2" Ø	13.61	50670.87	301.15	0.08	27926.71
Acometida de acero 1" Ø	13.61	25335.43	301.15	0.08	13963.35
Acometida de acero 1/2" Ø	13.61	12667.72	301.15	0.08	6981.68
Polietileno 8" Ø	2.38	1621467.72	301.15	0.08	156379.71
Polietileno 6" Ø	2.38	2736226.79	301.15	0.08	263890.76
Polietileno 4" Ø	2.38	2026834.66	301.15	0.08	195474.64
Polietileno 2" Ø	2.38	2026834.66	301.15	0.08	195474.64
Acometida polietileno 2" Ø	2.38	202683.47	301.15	0.08	19547.46

Tabla 26 Resultado de número de moles por sección.

Ducto	Presión (atm)	Volumen (l)	Temperatura (°K)	Constante de los gases ideales (atm L/mol °K)	Resultado número de moles (mol)
Acometida polietileno 1" Ø	2.38	202683.47	301.15	0.08	19547.46
Acometida polietileno 1/2" Ø	2.38	101341.73	301.15	0.08	9773.73

Posterior a la obtención del número de moles de gas, para el cálculo de la cantidad de masa (g) en el ducto, se emplea la siguiente formula:

$$\boldsymbol{m = n \times M}$$

Dónde:

n = moles de gas
M = Peso molecular del gas natural = 18.2 g/mol

Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 27**.

Tabla 27 Resultado de la masa de gas en la infraestructura adicional construida.

Ducto	Peso molecular (g/mol)	Número de moles (mol)	Resultado de la masa de gas (g)	Resultado de la masa de gas (kg)
Red adicional construida en operación				
Tramos de acero de 8" Ø	18.20	236532.51	4304891.68	4304.89
Tramos de acero de 6" Ø	18.20	159570.97	2904191.69	2904.19
Tramos de acero de 4" Ø	18.20	34410.17	626265.13	626.27
Tramos de acero de 2" Ø	18.20	8611.26	156724.86	156.72
Tramos de acero de 3/4" Ø	18.20	68647.34	1249381.55	1249.38
Polietileno 6" Ø	18.20	76329.52	1389197.34	1389.20
Polietileno 4" Ø	18.20	50015.71	910285.84	910.29
Polietileno 3" Ø	18.20	1555.64	28312.58	28.31
Polietileno 2" Ø	18.20	124077.14	2258203.90	2258.20
Polietileno 1" Ø	18.20	558.18	10158.84	10.16
Polietileno 1/2" Ø	18.20	5485.75	99840.68	99.84
Red proyectada a futuro				
Tramo de acero de 16" Ø	18.20	3574618.55	65058057.67	65058.06
Tramo de acero de 12" Ø	18.20	2010722.94	36595157.44	36595.16
Tramo de acero de 10" Ø	18.20	1396335.37	25413303.78	25413.30
Tramo de acero de 8" Ø	18.20	893654.64	16264514.42	16264.51
Tramo de acero de 6" Ø	18.20	1005361.47	18297578.72	18297.58
Tramo de acero de 4" Ø	18.20	670240.98	12198385.81	12198.39
Tramo de acero de 2" Ø	18.20	279267.07	5082660.76	5082.66
Acometida de acero 2" Ø	18.20	27926.71	508266.08	508.27
Acometida de acero 1" Ø	18.20	13963.35	254133.04	254.13
Acometida de acero 1/2" Ø	18.20	6981.68	127066.52	127.07
Polietileno 8" Ø	18.20	156379.71	2846110.77	2846.11
Polietileno 6" Ø	18.20	263890.76	4802811.92	4802.81
Polietileno 4" Ø	18.20	195474.64	3557638.46	3557.64
Polietileno 2" Ø	18.20	195474.64	3557638.46	3557.64

Tabla 27 Resultado de la masa de gas en la infraestructura adicional construida.

Ducto	Peso molecular (g/mol)	Número de moles (mol)	Resultado de la masa de gas (g)	Resultado de la masa de gas (kg)
Acometida polietileno 2" Ø	18.20	19547.46	355763.85	355.76
Acometida polietileno 1" Ø	18.20	19547.46	355763.85	355.76
Acometida polietileno 1/2" Ø	18.20	9773.73	177881.92	177.88

La cantidad de masa de gas natural hipotéticamente entrampada en la infraestructura adicional construida y proyectada, considerando como criterio conservador que se compone 100% de metano, es de 209390.19 kg; superando la cantidad de reporte de 500 kg correspondiente al metano en el segundo listado de actividades altamente riesgosas emitido por la SEMARNAT, lo que determina que la actividad de distribución de gas natural a través el SDGN La Laguna es definida como altamente riesgosa dentro del marco regulatorio, siendo de interés evaluar los riesgos intrínsecos a la operación del sistema mediante la realización de este Estudio de Riesgo Ambiental.

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

El proyecto “Distribución de Gas Natural en la Zona Geográfica del Subsistema de La Laguna” se ubica en los municipios de Ciudad Lerdo y Gómez Palacio, en Durango, y el municipio de Torreón en Coahuila. Su desarrollo busca suministrar gas natural a la zona debido a la creciente demanda del energético, dirigido a los sectores de la industria, comercio, servicios y uso residencial.

A continuación, se presenta la descripción de los aspectos abiótico y biótico del entorno natural del proyecto, así como la susceptibilidad ante fenómenos naturales y zonas vulnerables. Esta información se retoma del análisis realizado en el Capítulo 4 de la MIA, la cartografía empleada y el anexo fotográfico pueden encontrarse en el **Anexo D** y **Anexo E**, respectivamente.

3.1 Clima.

El clima de la zona es templado subhúmedo, conforme a la clasificación de Köeppen (modificada por E. García) y lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el tipo de clima Corresponde al grupo de climas **seco templado BS0kw(w)**, con verano cálido, temperaturas medias anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C, régimen de lluvias de verano con índice P/T menor de 22.9, se localiza al sur y este de la microcuenca.

Dentro del Sistema Ambiental Regional definido para el análisis ambiental, se tiene otra unidad climática denominada como **Muy Seco BW hw**; Muy árido, semicálido, con temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; y lluvias de verano del 5% al 10.2% anual

PROYECTO: SDGN DEL SUBSISTEMA DE LA LAGUNA. CLIMATOLOGÍA DE LA UNIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL UBICACIÓN

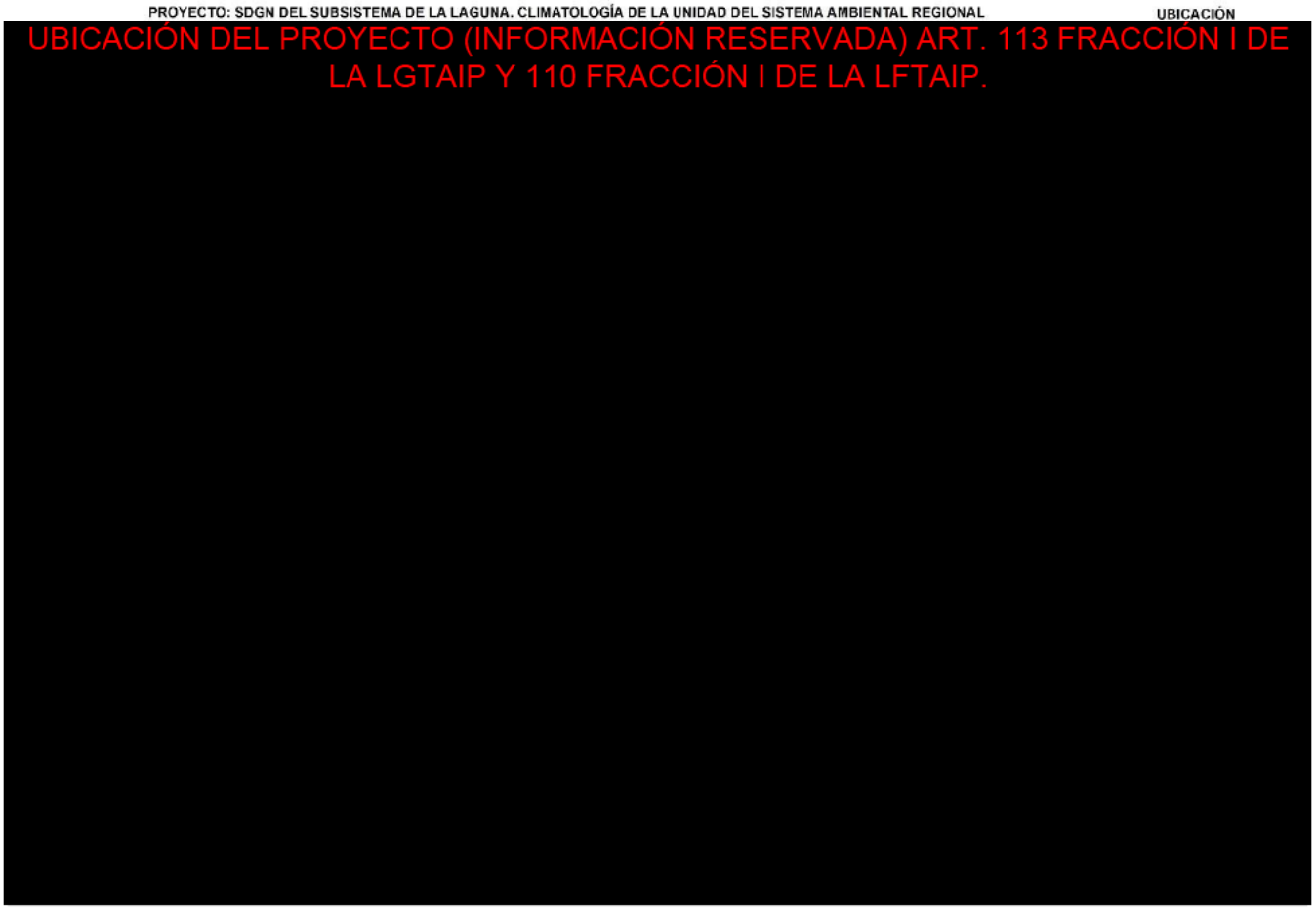


Figura 4. Unidades climáticas.

Temperatura.

Los datos relativos a las temperaturas que se presentan en la unidad del sistema ambiental regional fueron tomados de la estación climatológica 10163 Villa Juárez, la cual cuenta con un acervo de datos desde el año 1951 hasta el año 2010. Además, se tomó como referencia el mapa de temperaturas anuales del INEGI para describir de manera general el régimen térmico ahí existente.

3.2 Viento.

El diagrama de la zona conurbada de Torreón muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Un ejemplo interesante es la meseta tibetana, donde el monzón crea vientos fuertes y regulares de diciembre a abril y vientos tranquilos de junio a octubre.

Por su parte en las zonas de climas secos de la Sierra Madre Oriental las heladas tienen también un rango de 0 a 20 días, con excepción de las áreas con clima semiseco templado. En las partes altas de la Sierra Madre Oriental, donde los climas son templados, se presentan heladas con una frecuencia

que van de 20 a 60 días, debido a que las condiciones térmicas permiten el desarrollo de este fenómeno por periodos más prolongados, sobre todo en los meses de diciembre, enero y febrero.

La Rosa de los Vientos para la zona de Torreón muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE). Cabo de Hornos, el punto de la Tierra más meridional de América del Sur, tiene un fuerte viento característico del Oeste, lo cual hace los cruces de Este a Oeste muy difícil, especialmente para los barcos de vela.

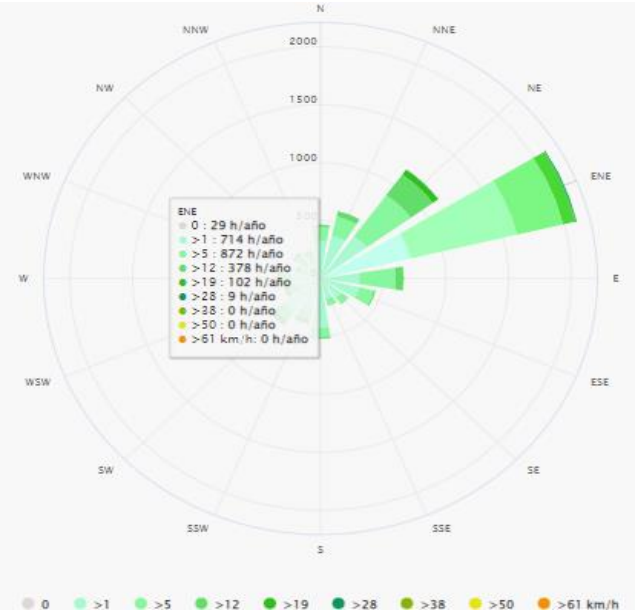


Figura 5. Velocidad y dirección del viento.

Para la obtención de los datos de dirección de viento y velocidad, se consultó la información contenida en la, Estación Sinóptica Meteorológica (ESIME) y que se encuentra ubicada en la latitud 25°31’59’’ y longitud 103°27’1’’, la única operando que cuenta con información de dirección y velocidad del viento y que se encuentra dentro del límite del SA. Se aclara que se hace el uso de esta estación a diferencia de las presentadas ya que esas, no arrojan resultados de velocidad y dirección del viento.

3.3 Humedad relativa.

La humedad relativa sirve para indicar en porcentaje, la cantidad de vapor de agua que contiene una porción de aire en relación con la que puede contener dada su temperatura. Por ejemplo, si la temperatura del aire baja, disminuye la cantidad de vapor que puede contener y todo el exceso se condensará. Si la temperatura del aire saturado aumenta, aumentará su capacidad de contener vapor de agua y aumentará su humedad relativa.

La humedad relativa registrada en la zona de Gómez Palacio, Torreón y Lerdo es de un porcentaje del 29.5 %.

3.4 Presión atmosférica.

La Presión atmosférica es el promedio de las mediciones realizadas en un lapso de 10 minutos (se toman muestras cada minuto), su unidad de medición es el hpa (Hectopascal). La presión atmosférica en la zona de Gómez Palacio, Torreón y Lerdo es de 1016 hpa.

3.5 Geología y geomorfología.

Rocas.

Una roca se define como una asociación inorgánica de uno o varios minerales originados en forma natural por procesos geológicos endógenos o exógenos. Según su origen se clasifican en tres tipos: rocas ígneas, rocas sedimentarias y metamórficas.

- Tipos de rocas.

En la unidad del sistema ambiental regional (SAR) definido para el proyecto predominan los afloramientos de origen volcánico hacia el centro y el occidente del estado, mientras que en la zona oriental los afloramientos son de roca sedimentaria de origen marino. Una gran parte de la región de los valles y del Desierto Chihuahuense está cubierta por depósitos aluviales y residuales.

El 61.39% del total es roca ígnea extrusiva (principalmente riolitas y tobas), 2.71% es ígnea intrusiva, 15.74% es sedimentaria (en su mayoría caliza, a veces con intercalaciones de lutita y arenisca), 0.09% metamórfica y 20.07% es suelo (INEGI 2003).

La mayor parte de la roca ígnea proviene del período Terciario, mientras que la roca sedimentaria es del Terciario y del Mesozoico. Durante el Pérmico, una parte de lo que ahora es la región oriental del estado estuvo bajo las aguas de un mar intercontinental; a principios del Mesozoico la superficie de Durango (que corresponde al SAR) estuvo emergida, pero durante el Jurásico superior y el Cretácico inferior el norte y el oriente estuvieron de nuevo cubiertos por el inmenso mar que cubrió casi todo México.

Fue a fines del Cretácico superior que la superficie de lo que ahora es Durango quedó definitivamente emergida del mar (Kellum 1944 citado por Gonzalez-Elizondo 2007).

La Sierra Madre Occidental está compuesta por dos importantes secuencias ígneas con un período intermedio de calma volcánica (McDowell y Clabaugh 1979, citados por Gonzalez-Elizondo 2007).

La inferior comprende derrames de lava, ignimbrita y batolitos, mientras que la más reciente, del Plioceno y el Pleistoceno (con edades que varían entre 34 y 27 millones de años), está integrada por ignimbritas de composición riodacítica o riolítica, tobas y algunos derrames de basalto. El complejo superior de esta sierra constituye la cubierta ignimbrítica continua más extensa de la tierra. Hacia el norte, está cubierta tiene sus últimos afloramientos a la altura de la frontera con Estados Unidos y, hacia el sur, desaparece debajo de las rocas intermedias y básicas del Eje Neovolcánico.

Hacia el centro-sur del estado, en una parte de los municipios de Canatlán, Durango, Nombre de Dios y Poanas se encuentra una extensa zona de lavas basálticas conocida localmente como breña o malpais, producto de una intensa actividad volcánica a través de fisuras y de pocos conos pequeños.

En el oriente y centro-oriente de Durango existen pequeños afloramientos de granito intrusionando en la roca sedimentaria. Los principales son el macizo granítico del Cerro Blanco (en Peñón Blanco) y los de la Sierra El Sarnoso (en Mapimí). En El Sarnoso el granito (75 km^2) está rodeado por importantes depósitos de mármol. También en la zona oriental del estado se presentan algunos afloramientos de arenisca.

Tabla 28. Distribución de las unidades litológicas.

Clase	Tipo	Sistema	Superficie (Ha)	Superficie (%)
N/A	Aluvial	Cenozoico	200,012.93	78.23
Sedimentaria	Arenisca	Mesozoico	2,572.46	1.01
Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	34,620.78	13.54
Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	1,450.64	0.57
Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	1,780.72	0.70
N/A	Eólico	Cenozoico	8,542.58	3.34
Ígnea intrusiva	Granito	Cenozoico	4,037.91	1.58
Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	457.55	0.18
Ígnea extrusiva	Toba ácida	Mesozoico	1,147.67	0.45
Sedimentaria	Yeso	Mesozoico	1,061.30	0.42
Total			**255,684.54**	**100.00**

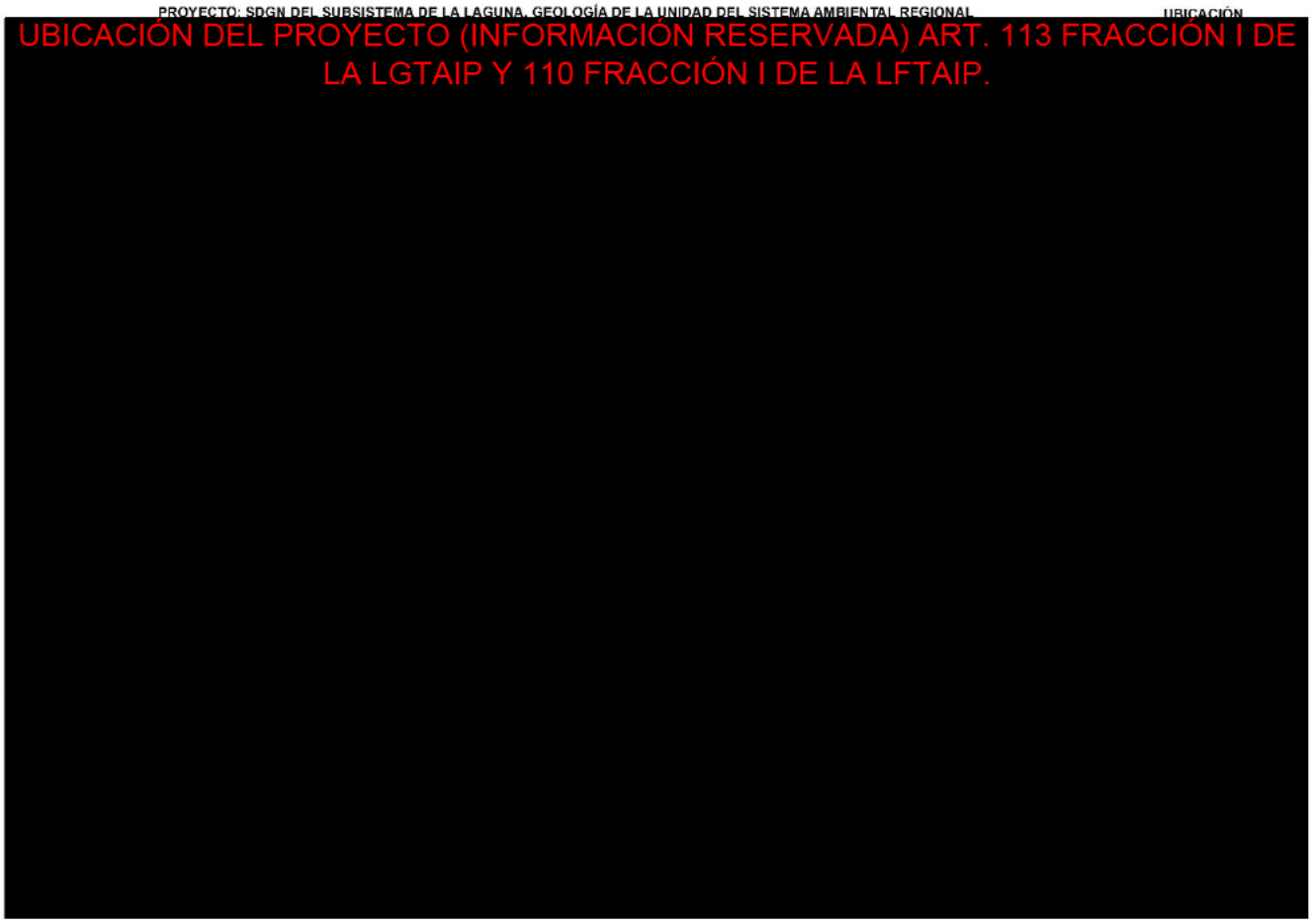


Figura 6. Rasgos geológicos en unidad de análisis regional.

Geomorfología.

La Geomorfología está conformado por tres Provincias Fisiográficas que son; la Sierra Madre Oriental, Sierras y Llanuras del Norte, las cuales cuentan con subprovincias fisiográficas.

Como estructuras dominantes, se identifican tres fajas: la faja de sierras y valles, la faja de sierras y llanuras, y la faja mineral; las cuales representan una sucesión progresiva de la deformación asociada en parte del fallamiento, enmarcado dentro del terreno tectono estratigráfico de la Sierra Madre Oriental (CONAGUA, 2018).

Subprovincia Sierras Transversales: "Esta subprovincia corre casi perpendicularmente a los ejes de la Sierra Madre Oriental, se aprecian los ejes estructurales de las sierras que bordean por el sur a la Ciudad de Torreón, la Jimulco con cima de 2800 msnm y la Candelaria, ambas de procedencia caliza y la de las sierras al oeste de Torreón, la del Rosario, con cumbre de 2800 msnm y la de los álamos. Una característica notable de esta subprovincia es su complejidad litológica, predominando rocas sedimentarias de calizas. Los suelos dominantes son Litosoles, Regosoles, Xerosoles háplicos,

Fluvisoles calcáricos, también se encuentran Rendzinas, Xerosoles clásicos, Slonchak árticos, Vertisoles crómicos, Castañozem cálcicos y Fluvisoles Calcáricos y eútricos.

Subprovincia Laguna de Mayran: "en general, esta subprovincia tiene lamerías y llanuras, al norte se encuentra el sistema de topoformas denominado lamería ramificado, de origen volcánico, cubre una porción pequeña de esta subprovincia en la que dominan los afloramientos rocosos y suelos someros, de color pardo y textura media, denominados Litosoles y Regosoles calcáricos y Eútricos"

Subprovincia Bolsón de Mapimí: "Tiene relieve poco abrupto caracterizado principalmente por llanuras aluviales formando suelos profundos y lamerías ramificados con cañadas de roca sedimentciria de caliza-lutita y conglomerado. Tiene sierra, lamería, bajada, llanura y campo de dunas".

3.6 Tipo de suelo.

El relieve del SAR ha dado origen a distintos tipos de suelos que abarcan suelos jóvenes que se asemejan a la roca que les da origen o que son producto de depósitos aluviales en las partes más planas. Para determinar los tipos de suelo se consultó la carta edafológica Serie II del INEGI en formato vectorial donde se encuentran las unidades edafológicas, con lo cual se determinó que, en el SAR, se presentan once tipos de suelo los cuales son: Calcisol, Cambisol, Fluvisol, Kastañozem, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Solonchak, Solonetz y Vertisol.

En la **Tabla** 29 se indica la distribución porcentual de superficie ocupada por cada una de las unidades edafológicas presentes en el SAR definido.

Tabla 29. Distribución de las unidades edafológicas

Unidad edáfica	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Calcisol	57,151.21	22.35
Cambisol	36,564.90	14.30
Fluvisol	5,243.67	2.05
Kastalozem	1,753.02	0.69
Leptosol	48,046.69	18.79
Luvisol	934.68	0.37
Phaeozem	481.98	0.19
Regosol	71,124.73	27.82
Solonchak	7,588.90	2.97
Solonetz	10,174.53	3.98
Vertisol	4,231.39	1.65
Zona urbana	12,388.84	4.85
Total	255,684.54	100.00

La descripción de las unidades de suelo se presenta en los siguientes parráfos:

Calcisoles (del latín calcarius, calcáreo, por la alta acumulación de caliza). Se presentan en la zona árida y semiárida, en relieves planos o de escasa pendiente. Anteriormente denominados xerosoles y yermosoles. Tienen tres horizontes, el superficial de color claro; el B con frecuencia impregnado de carbonatos y el C siempre con acumulación de carbonatos. Cuando hay agua disponible pueden tener una alta productividad, pero tienden a salinizarse. Si se riegan y fertilizan, es necesario que tengan buen drenaje para evitar salinización.

Cambisoles (del latin *cambiare*: cambiar). Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridad. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Fluvisoles del latín *fluvius*: río. Literalmente suelo de río. Se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta.

Se encuentran en todos los climas y regiones de México cercanos siempre a lechos de los ríos. Los fluvisoles presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos. El símbolo para representarlos dentro de la carta edafológica es (J).

Kastañozems del latín castaneo: castaño y *zemljá*: tierra. Literalmente tierra castaña. Suelos alcalinos que se encuentran ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos como las sierras y llanuras del norte de Zacatecas, parte del bolsón de Mapimí y las llanuras occidentales de San Luis Potosí. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral. Frecuentemente tienen más de 70 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo obscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, con acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Son moderamente susceptibles a la erosión, su símbolo dentro de la carta edafológica es (K).

Leptosoles (del griego leptos, delgado). Son suelos muy someros (de menos de 25 cm), usualmente pedregosos, asociados a zonas montañosas, por lo que es importante que se mantenga su cubierta vegetal para evitar la erosión.

Luvisoles del latin *luvi*, *luo*: lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo.

Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L).

Phaeozems del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemlja*: tierra. Literalmente, tierra parda. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos, los Feozems son de profundidad muy variable.

Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables.

Regosoles. Suelos jóvenes, poco consolidados, de textura gruesa, sin arcilla. Generalmente son resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua o en zonas con fuertes procesos erosivos, por lo que se encuentran sobre todo en valles intermontanos y al pie de las sierras.

Solonchak deriva del ruso *sol: sal*. Literalmente suelos salinos, se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos.

Vertisoles. Suelos profundos (de más de 50 cm), con altas proporciones de arcilla (más de 30%). Se caracterizan por presentar grietas de desecación notorias y escasa diferenciación de sus horizontes. Se desarrollan en relieves planos o ligeramente inclinados. En partes bajas, a lo largo de los principales arroyos se presentan fluvisoles.

PROYECTO: SDGN DEL SUBSISTEMA DE LA LAGUNA, EDAFOLOGÍA EN LA UNIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL UBICACIÓN



Figura 7. Edafología y asociaciones de suelo en zona de proyecto.

3.7 Hidrología.

El Sistema Ambiental Regional se localiza en la Región Hidrológica Nazas – Aguanaval y en la cuenca hidrológica Río Nazas-Torreón. A su vez, el polígono coincide con tres subcuencas y nueve microcuencas hidrológicas, siendo la subcuenca Río Nazas-C. Santa Rosa la que presenta mayor superficie (151,388.43 ha).

Tabla 30 Subcuencas hidrológicas en las que se encuentra el SAR de proyecto.

Nombre	Descripción	Superficie (Ha)	Superficie (%)
R. Aguanaval - Nazarenos	Río	96,261.87	37.65
R. Nazas - C. Santa Rosa	Río	151,388.43	59.21
R. Nazas - Los Ángeles	Río	8,034.24	3.14
Total		255,684.54	100.00

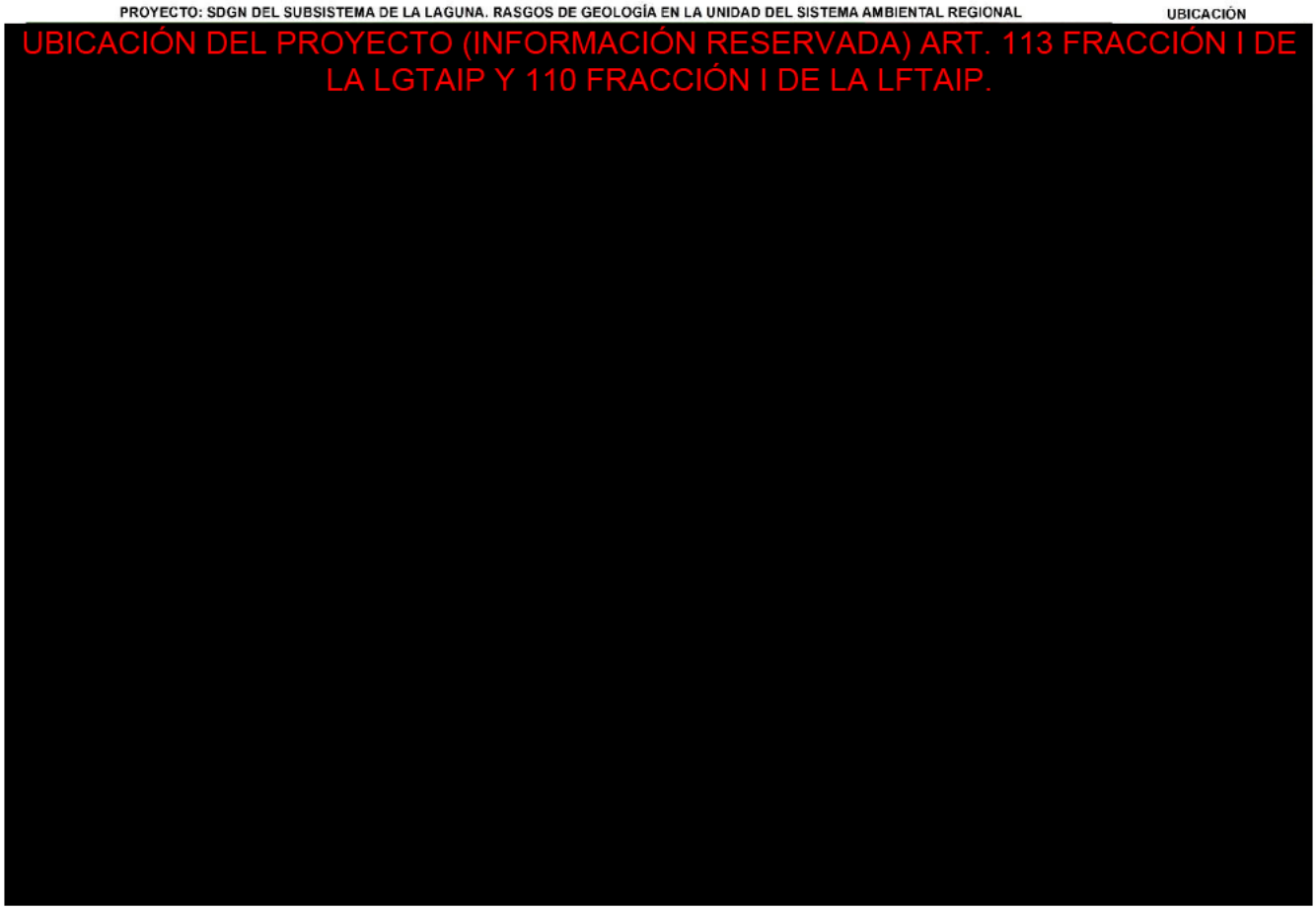


Figura 8. Subcuencas hidrológicas presentes en el (SAR) y el Área del Proyecto (AP).

Hidrología subterránea.

Se define como acuífero a una formación geológica la cual es capaz de almacenar agua y trasmitir agua susceptible de ser explotada económicamente en diferentes actividades. Los tipos de acuíferos se pueden diferenciar por las características litológicas (dendríticos o carbonatados), por el tipo de hueco (poroso, kárstico o fisurado), o bien por la presión hidrostática (libres, confinados o semi confinados), el cual varía dependiendo de la zona (Molinero 2001).

El Sistema Ambiental Regional se encuentra sobre tres acuíferos, Oriente Aguanaval, Principal-Región Lagunera y Villa Juárez; siendo el Principal-Región Lagunera el que presenta mayor superficie. En la siguiente tabla se muestran las características de los acuíferos presentes en el Sistema Ambiental Regional SAR.

Tabla 31 Acuíferos incluidos en el Sistema Ambiental Regional.

Clave	Nombre	RMA	DNC	VEAS	DAS	Condición	Superficie (ha)	Superficie (%)
1022	Villa Juarez	49.7	6.9	44.28851	-1.48851	Deficit	19,556.47	7.65
1024	Oriente Aguanaval	32.3	30	54.53854	-52.23854	Deficit	23,191.55	9.07
0523	Principal-Región Lagunera	534.1	0	683.14585	-149.04585	Deficit	212,936.52	83.28
Total							**255,684.54**	**100.00**

RMA = Recarga media anual;
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de agua subterránea;
DAS = Disponibilidad de agua subterránea. Unidades de recarga, descarga, volumen y disponibilidad en hm^3/año.

Descarga natural comprometida (DNC). La descarga natural comprometida se cuantifica mediante la medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales, o del caudal base de los ríos provenientes del acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser preservadas para no afectar a los acuíferos, sostener el gasto ecológico y prevención de la mitigación del agua de mala calidad que va hacia el acuífero. La descarga natural comprometida para Valle del Mezquital es de 0.0 hm^3/año.

Disponibilidad de agua subterránea. La disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, establece las especificaciones y la metodología para determinar la disponibilidad media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas.

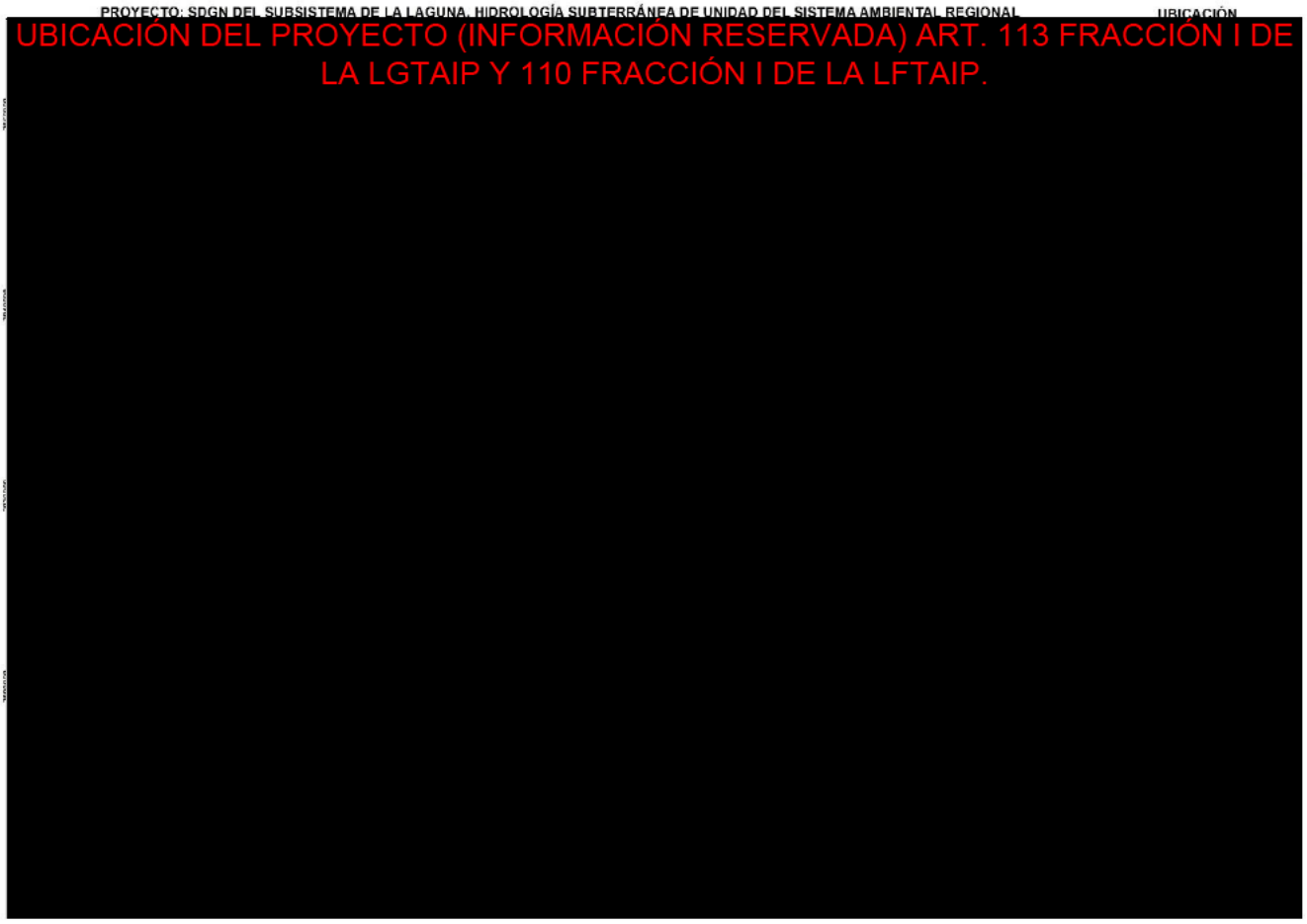


Figura 9. Acuíferos presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Área del Proyecto.

Hidrología superficial.

El Sistema Ambiental Regional se ubica en la Región Hidrológica No. 36 “Nazas-Aguanaval”, en la cuenca “Río Nazas-Torreón”. Regionalmente, los ríos más importantes son el Nazas, el cual nace en el estado de Durango, y Aguanaval que se origina en el estado de Zacatecas, hacia los cuales confluye la mayoría de los escurrimientos superficiales. El Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicado en la cuenca baja de ambos ríos.

El río Nazas descarga sus aguas en la Presa Lázaro Cárdenas; se forma por la confluencia de los ríos Ramos y Sextín; en esta área se construyó la Presa Francisco Zarco (Las Tórtolas o El Palmito) a la altura de la población El Palmito, ubicada al suroeste del acuífero, en el límite con Pedriceña-Velardeña. Posteriormente, en su curso hacia su cuenca baja, se le unen los arroyos San Juan, Peñón y Cuencamé por su margen derecha, cambiando de rumbo hacia la antigua Laguna, hoy Desierto de Mayrán, pasando por las ciudades de Lerdo, Gómez Palacio, estado de Durango y Torreón, estado de Coahuila. En el trayecto entre la presa Francisco Zarco y la ciudad de Torreón, se observa una condición hidrográfica particular, en la que destacan hacia la margen izquierda afluentes cortos de cuenca

reducida y poca contribución; en contraste con los afluentes de la margen derecha, de mayor extensión en cuencas de mayor magnitud y aportaciones de escurrimientos superficiales más significativos.

El río Aguanaval se origina al poniente de la ciudad de Zacatecas con la unión de los ríos Saín Alto y Trujillo, escurre en dirección general sur-norte, pasando por los poblados de Río Grande y San Francisco, Zacatecas; más al norte representa el límite estatal entre Durango y Coahuila, para posteriormente llegar hasta la zona de la Laguna de Viesca, en Coahuila, donde finaliza su recorrido. Sus afluentes más importantes son los ríos Santa Clara, San Francisco, Zaragoza, Tetillas, Calabacillas y Santa Clara, todos ellos en el estado de Zacatecas. Hacia el norte de la Ciudad de Fresnillo, Zac, existe la presa Cazadero, único aprovechamiento de agua superficial.

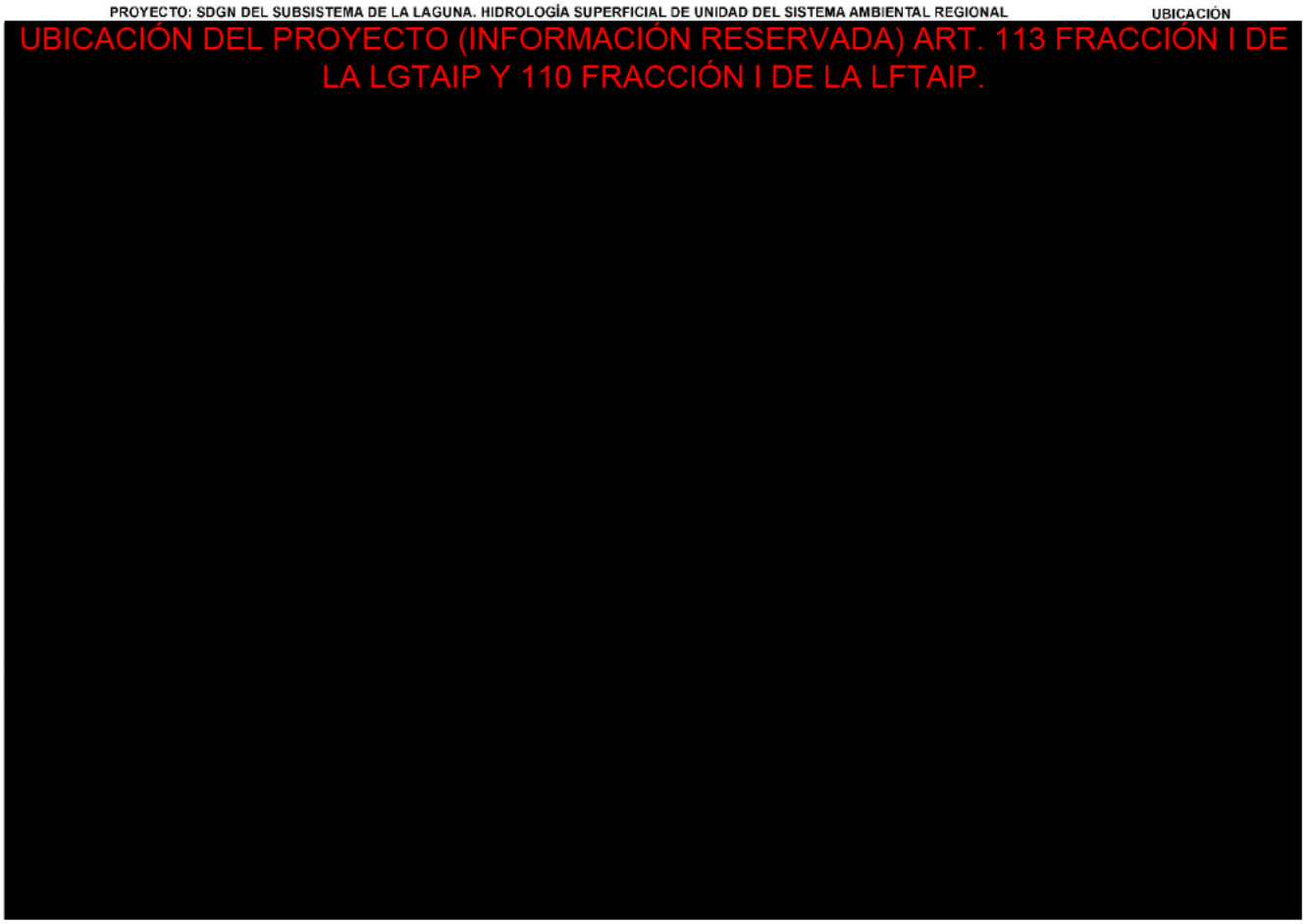


Figura 10. Hidrología superficial presente en el SAR y AP.

3.8 Flora.

La ciudad de Torreón se localiza en los límites del El estado de Durango y Coahuila, particularmente en una región biogeográfica denomina Altiplano Sur, mismo que presenta una alta diversidad ecosistémica (Morrone 2005); a excepción del bosque tropical perennifolio o selva alta, casi todos los tipos de vegetación de México están presentes en los mencionados estados: desde matorrales xerófilos

y vegetación halófila en la zona árida oriental, hasta bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en las quebradas al oeste, pasando por pastizales en la franja de valles al oriente de la Sierra Madre, bosques templados de pino y encino y pequeños enclaves de bosque mesófilo en la Sierra y vegetación acuática y subacuática en todos los ecosistemas.

Algunos de los factores que determinan la diversidad de la flora y la vegetación de la región son: la convergencia de dos grandes regiones biogeográficas (Holártica y Neotropical), su compleja fisiografía, su diversidad climática y el papel de corredor biológico y de barrera biogeográfica que representa la Sierra Madre Occidental (Gonzáles, M. 2006, *et al*).

A continuación, se describen los tipos de vegetación registrados en el Sistema Ambiental Regional.

Pastizal Natural (PN).

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias.

Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género Bouteloua y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*. Son menos frecuentes en general, *Bouteloua barbata var. rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *Bouteloua eriopoda y Bouteloua scorpioides*; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *Bouteloua gracilis*.

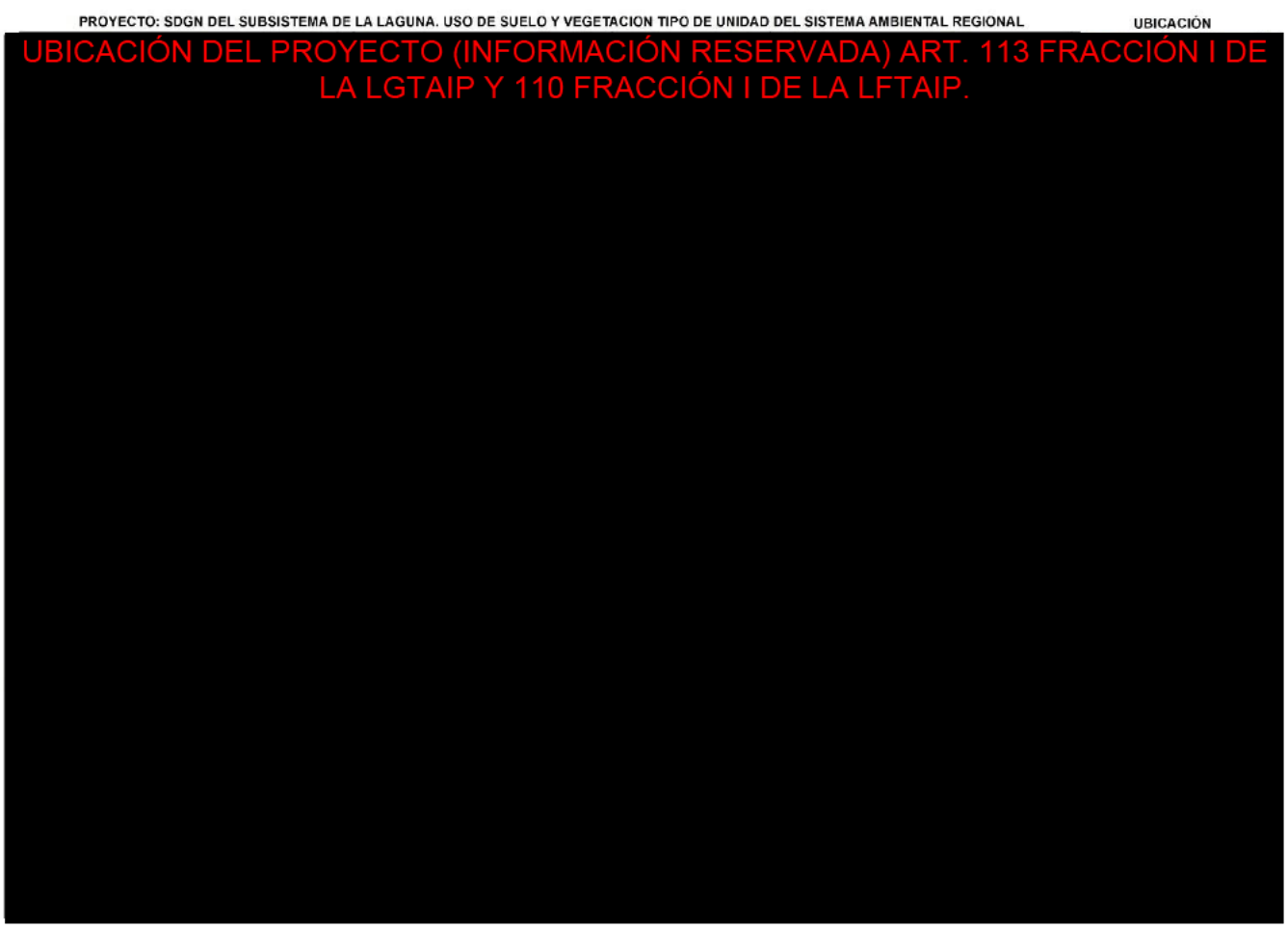


Figura 11. Uso del suelo y Vegetación tipo en unidad de análisis regional incluida el AP.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias.

Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género Bouteloua y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes.

Bouteloua curtipendula y *Bouteloua hirsuta*. Son menos frecuentes en general, *Bouteloua barbata var. rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *Bouteloua eriopoda y Bouteloua scorpioides*; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *Bouteloua gracilis*.

Con la finalidad de contar con datos cuantitativos y formales de las comunidades vegetales potenciales presentes en área de estudio, se tomaron como base fuentes bibliográficas disponibles en lo que se ha definido como parte de una misma unidad natural, por lo que se consideró como base del conocimiento florístico para esta región el siguiente estudio:

- Bases de datos con registros de la Red de Herbarios del Noroeste de México, Proyecto: Plantas del Estado de Durango, México. Consultada en enero del 2021
- Bases de datos con registros de CONABIO. 2020. Registros de ejemplares. México. Disponible en: https://enciclovida.mx.

Con la finalidad de contar con datos cuantitativos y formales de las comunidades vegetales potenciales presentes en área de estudio, se tomaron como base fuentes bibliográficas disponibles en lo que se ha definido como parte de una misma unidad natural, por lo que se consideró como base del conocimiento florístico para esta región el siguiente estudio:

- Bases de datos con registros de la Red de Herbarios del Noroeste de México, Proyecto: Plantas del Estado de Durango, México. Consultada en enero del 2021
- Bases de datos con registros de CONABIO. 2020. Registros de ejemplares. México. Disponible en: https://enciclovida.mx

Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre.

Familia	Género/Especie	Nombre común	Endemicidad	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Usos
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri* S.Watson	Quintonil tropical	Nativa	No registrado	Comestible
Amaranthaceae	*Atriplex lentiformis* (Torr.) S.Watson	Arbusto de sal grande	Nativa	No registrado	-
Amaranthaceae	*Suaeda nigra* J.F. Macbr.	Romeritos	Nativa	No registrado	Comestible
Anacardiaceae	*Ligustrum lucidum* W.T.Aiton	Trueno	Exótica	No registrado	Ornamental

Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre.

Familia	Género/Especie	Nombre común	Endemicidad	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Usos
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia* Raddi	Pimentero brasileño	Exótica	No registrado	Medicinal
Arecaceae	*Phoenix dactylifera* L.	Palma datilera	Exótica	No registrado	Comestible
Arecaceae	*Sabal mexicana* Mart.	Palmito mexicano	Nativa	No registrado	Forrajera
Arecaceae	*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	Washingtonia de California	Nativa	No registrado	Ornamental
Arecaceae	*Washingtonia robusta* H.Wendl.	Palma de abanico mexicana	Nativa	No registrado	Ornamental
Asparagaceae	*Agave asperrima* Jacobi	Maguey áspero	Nativa	No registrado	Comestible
Asparagaceae	*Agave lechuguilla* Torr.	Lechuguilla	Nativa	No registrado	Artesanal
Asparagaceae	*Yucca rostrata* Engelm. ex Trel.	Amole del noreste	Nativa	No registrado	-
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia* D.Don	Jacaranda	Exótica	No registrado	Ornamental
Bignoniaceae	*Tecoma stans* Griseb.	Tronadora	Nativa	No registrado	Aromatizante
Boraginaceae	*Ehretia tinifolia* M.Martens & Galeotti	Roble prieto	Nativa	No registrado	Medicinal
Bromeliaceae	*Hechtia texensis* S.Watson	Agave falso	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Coryphantha durangensis* (Ruenge ex Schum.) Britton & Rose	Biznaga partida	Endémica	Sujeta a protección especial (Pr)	-
Cactaceae	*Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M.Knuth	Choya tasajillo macho	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M.Knuth	Tasajillo	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Echinocereus stramineus subsp. occidentalis* (N.P.Taylor) N.P.Taylor	Alicoche Sanjuanero	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Escobaria zilziana* (Boed.) Backeb.	Biznaga	Endémica	No registrado	-
Cactaceae	*Ferocactus hamatacanthus* (Muehlen pf.) Britton & Rose	Biznaga barril costillona	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Opuntia azurea* Rose	Nopal coyotillo	Nativa	No registrado	-

Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre.

Familia	Género/Especie	Nombre común	Endemicidad	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Usos
Cactaceae	*Opuntia microdasys subsp. rufida* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano	Cegador	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Opuntia oricola* Philbrick	Nopal de montaña	Nativa	No registrado	-
Cactaceae	*Thelocactus bicolor* (Galeotti) Britton & Rose	Biznaga pezón bicolor	Endémica	Amenazada (A)	-
Cannabaceae	*Celtis laevigata* (Kunth) Spreng.	Almez	Nativa	No registrado	Comestible
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia* L.	Casuarina	Exótica	No registrado	Colorante
Compositae	*Ambrosia ambrosioides* (Cav.) W.W.Payne	Chicura	Nativa	No registrado	Medicinal
Compositae	*Calanticaria greggii* (A.Gray) E.E.Schill. & Panero	-	Nativa	No registrado	-
Compositae	*Calyptocarpus vialis* Less.	Garañona	Nativa	No registrado	-
Compositae	*Flourensia cernua* DC.	Hojasén	Nativa	No registrado	Medicinal
Compositae	*Parthenium incanum* Kunth	Mariola	Nativa	No registrado	Medicinal
Compositae	*Thymophylla setifolia* Lag.	Parralela	Nativa	No registrado	-
Convolvulaceae	*Dichondra micrantha* Meisn.	Oreja de ratón	Nativa	No registrado	Ornamental
Convolvulaceae	*Dichondra sp.*	Oreja de ratón	-	No registrado	Ornamental
Euphorbiaceae	*Croton dioicus* Cav.	Suapatle	Nativa	No registrado	-
Euphorbiaceae	*Jatropha dioica* Sessé	Sangre de drago	Nativa	No registrado	Medicinal
Fabaceae	*Acacia berlandieri* Benth.	Espino	Nativa	No registrado	-
Fabaceae	*Acacia constricta* A.Gray	Chaparro prieto	Nativa	No registrado	Forrajera
Fabaceae	*Acacia crassifolia* A.Gray	Centavillo	Nativa	No registrado	-
Fabaceae	*Acacia farnesiana* (L.) Willd.	Huizache	Nativa	No registrado	Combustible
Fabaceae	*Acacia roemeriana* Scheele	Palo prieto	Nativa	No registrado	Comestible
Fabaceae	*Bahuinia variegata* L.	Pata de vaca	Exótica	No registrado	Medicinal
Fabaceae	*Dalea* sp.	-	-	-	-
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	Guaje	Nativa	No registrado	Comestible

Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre.

Familia	Género/Especie	Nombre común	Endemicidad	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Usos
Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa* Ortega	Espino	Nativa	No registrado	-
Fabaceae	*Mimosa monancistra* Benth.	Gatuño	Nativa	No registrado	-
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata* L.	Palo verde	Nativa	No registrado	-
Fabaceae	*Prosopis laevigata* (Willd.) M.C.Johnst.	Mezquite blanco	Nativa	No registrado	Combustible
Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens* Engelm.	Ocotillo	Nativa	No registrado	Agricola
Linaceae	*Linum rupestre* (A. Gray) Engelm. ex A. Gray	Lino	Nativa	No registrado	-
Malvaceae	*Ceiba acuminata* (S.Watson) Rose	Pochote	Nativa	No registrado	Medicinal
Malvaceae	*Hibiscus tilliaceus* L.	Majahua	Exótica	No registrado	Construcción
Malvaceae	*Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke	Huinare	Nativa	No registrado	Medicinal
Meliaceae	*Melia azedarach* L.	Cinamomo	Exótica	No registrado	Ornamental
Moraceae	*Morus nigra* L.	Morera	Exótica	No registrado	Comestible
Nitrariaceae	*Peganum mexicanum* A. Gray	Garbancillo	Nativa	No registrado	-
Oleaceae	*Fraxinus angustifolia* Vahl	Fresno sureño	Exótica	No registrado	-
Oleaceae	*Fraxinus berlanderiana* A.DC.	Plumero	Nativa	No registrado	Ornamental
Oleaceae	*Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	Nativa	No registrado	Construcción
Poaceae	*Bouteloua gracilis* Vasey	Navajita	Nativa	No registrado	Forrajera
Poaceae	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate buffel	Exótica	No registrado	Forrajera
Poaceae	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Zacate bermuda	Exótica	No registrado	Forrajera
Poaceae	*Setaria leucopila* (Scribn. & Merr.) K.Schum.	Zacate tempranero	Nativa	No registrado	Forrajera
Rutaceae	*Casimiroa edulis* La Llave	Zapote blanco	Nativa	No registrado	Comestible
Rutaceae	*Citrus x aurantium* L.	Naranja agria	Exótica	No registrado	Comestible
Salicaceae	*Populus tremuloides* Michx.	Álamo temblón	Nativa	No registrado	Ornamental
Salicaceae	*Salix nigra* Marshall	Sauce negro	Nativa	No registrado	-
Sapindaceae	*Acer negundo* L.	Acezintle	Nativa	No registrado	Ornamental

Tabla 32 Listado potencial de las especies de flora silvestre.

Familia	Género/Especie	Nombre común	Endemicidad	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Usos
Sapindaceae	*Koelreuteria elegans* (Seem.) A.C.Sm.	Árbol de lluvia	Exótica	No registrado	Ornamental
Scrophulariaceae	*Buddleja marrubiifolia* Benth.	Azafrán	Endémica	No registrado	Ornamental
Simaroubaceae	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Ailanto	Exótica	No registrado	Ornamental
Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium* Herb. Willdenow ex Steud.	Trompillo	Nativa	No registrado	Medicinal
Verbenaceae	*Lippia graveolens* Kunth	Orégano mexicano	Nativa	No registrado	Comestible
Zygophyllaceae	*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville	Gobernadora	Nativa	No registrado	Medicinal
Zygophyllaceae	*Sericodes greggii* A. Gray	-	Nativa	No registrado	-

Diagnóstico de la flora silvestre.

De las 116 especies registradas dentro y fuera del área del proyecto se encuentra a *Cupressus lusitánica* enlistada en la NOM-059- SEMARNAT-2010 bajo la categoría Pr (No endémica), dicha especie se encuentra dentro del Área del proyecto como especie introducida y cultivada en los sitios *T1 Predio A, T6 Predio y T11 Predio*; es decir que no se encuentra en vegetación natural, por lo que el desarrollo del presente proyecto no afecta su conservación y distribución natural, además de considerar que para la construcción del Proyecto no se realizará ninguna afectación al estrato arbóreo, es decir, la trayectoria de los ductos a instalar es diseñada de manera que no se derribe ninguna especie arbórea y evitando en medida de lo posible afectar al estrato arbustivo.

3.9 Fauna.

De acuerdo con la información recientemente publicada se tienen que los anfibios constituyen un grupo de vertebrados con una diversidad total de 376 especies lo cual posiciona a México como el quinto país en riqueza de anfibios (Parra, et al., 2014).

Con base al análisis realizado por Flores y García (2014) mencionan que en México existen 864 especies de reptiles descritas aproximadamente. En el caso de las aves se hace mención que en México se tiene el 11% total de las especies descritas para el mundo esto coloca a este país en el onceavo lugar de acuerdo a su riqueza avifaunística y en el cuarto lugar en proporción de endemismo entre los países megadiversos del mundo.

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados y en México los mamíferos forman un grupo altamente diverso, ubicando al país en el tercer lugar mundial con 564 especies silvestres, alcanzando aproximadamente el 10% de la diversidad total.

De acuerdo con la información referida por en los artículos antes mencionados se tiene que para el Estado de Coahuila se han registrado 16 especies de anfibios, 96 especies de reptiles, 398 especies de aves y 107 especies de mamíferos.

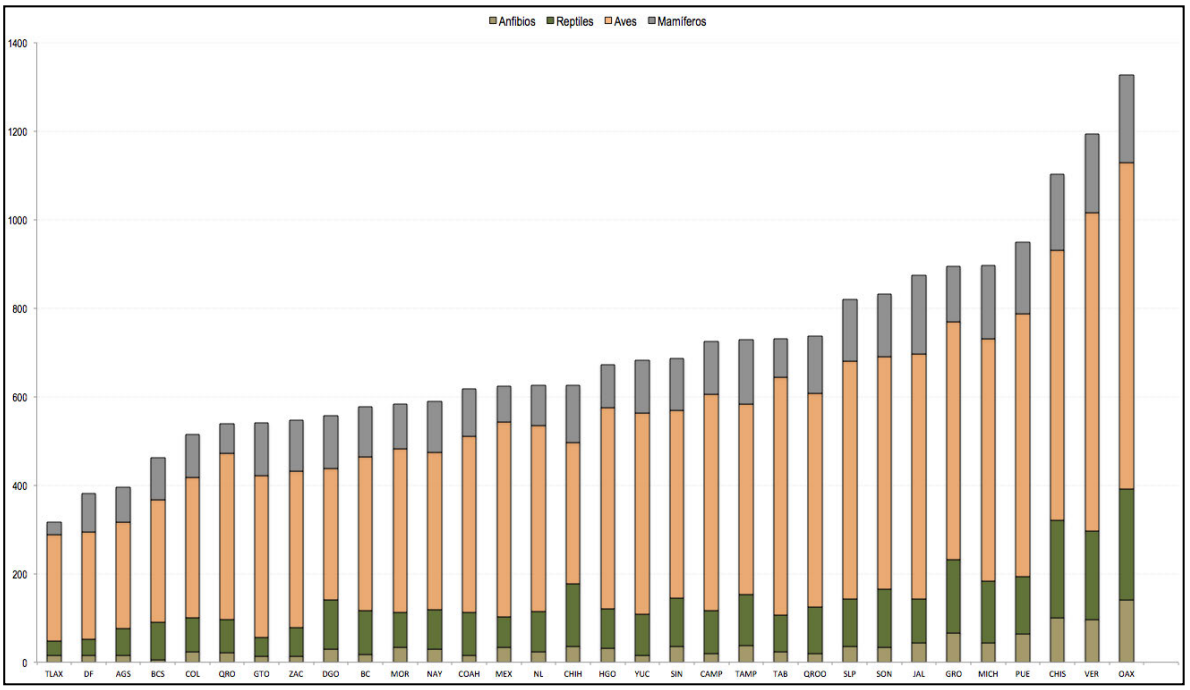


Figura 12. Diversidad de fauna por estados.

El trabajo de campo se llevó a cabo en una sola operación, con una duración de cinco días de muestreo. El muestreo se ejecutó con el esfuerzo de dos especialistas en manipulación e identificación de fauna silvestre, mismos que realizaron recorridos dentro del Área de Proyecto, de igual forma realizaron recorridos en el Sistema Ambiental.

Se emplearon dispositivo GPS (Garmin GPSmap 60) mismos que permitieron registrar los sitios donde se observaron las especies de fauna silvestre (también se registraron las especies invasoras y/o apegadas a zonas habitadas por el hombre). Se efectúo un levantamiento fotográfico de las especies de vertebrados presentes durante el muestreo.

Para este estudio se utilizaron Cámaras-trampa las cuales permiten tener el registro de la especie sin perturbarla. Cada Cámara-trampa se colocó a una altura de 60 cm del nivel del piso sujetas a árboles, posteriormente se limpió la zona del área de proyección para evitar que el movimiento de las arbustos, ramas u hojas activen los sensores de movimiento (Silver; 2004). Frente a cada Cámara-trampa, a una distancia de 2 metros del lente se colocó un cebo de doble propósito, que consiste en hojuela de avena remojada con vainilla para mamíferos omnívoros o herbívoros y sardina para los mamíferos carnívoros u omnívoros (Orjuela, Jiménez; 2004).

Cada Cámara-trampa antes al ser colocadas se configuraron para que funcionaran las 24 horas y que por cada evento de movimiento o calor detectado tomara tres fotografías, al igual que registrara en cada foto la fecha y hora.



Figura 13. Programación y colocación de Cámaras-trampa.

Tabla 33 Listado potencial de especies de anfibios.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
Anura	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	-	S/C	LC
	Bufonidae	*Anaxyrus speciosus*	Sapo de Texas	-	S/C	LC
		Anaxyrus cognatus	Sapo de espuela	-	S/C	LC
		Anaxyrus compactilis	Sapo de la meseta	-	S/C	LC

*Categorías de NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; A= Amenazada; P=En Peligro de Extinción

Herpetofauna.

Para este grupo a lo largo del Área de Proyecto se pueden llegar a distribuir 20 especies potenciales de reptiles, mismas que se encuentran clasificadas taxonómicamente en un orden, seis familias y 15 géneros. La familia con mayor número de especies es Colubridae con ocho, seguida de Phrynosomatidae con siete, Teiidae cuenta con dos especies, las familias con menos representatividad son Scincidae, Eublepharidae y Viperidae con una sola especie respectivamente.

De las especies potenciales para el Área de Proyecto, una de ellas cuenta con distribuciones Endémicas para México la culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*), el resto de las especies cuentan con poblaciones ampliamente extendidas.

Tabla 34 Listado de especies de reptiles registradas en el muestreo.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
Squamata	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	-	S/C	LC
		Phrynosoma cornutum	Camaleón texano	-	S/C	LC
		Uta stansburiana	Lagartija de mancha lateral norteña	-	A	LC
		Sceloporus magister	Lagartija escamosa de desierto	-	S/C	LC
		Sceloporus poinsettii	Lagartija espinosa norteña de grieta	-	S/C	LC
		Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	-	Pr	LC
		Sceloporus undulatus	Lagartija escamosa de pradera	-	S/C	LC
	Scincidae	*Plestiodon obsoletus*	Eslizón de la gran planicie	-	S/C	LC
	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del Noreste	-	S/C	LC
		Aspidoscelis inornata	Huico	-	S/C	LC
	Colubridae	*Tantilla nigriceps*	Culebra encapuchada	-	S/C	LC
		Arizona elegans	Culebra brillante	-	S/C	LC
		Masticophis taeniatus	Chirriadora rayada	-	S/C	LC
		Rhinocheilus lecontei	Culebra narigona	-	S/C	LC
		Pituophis catenifer	Serpiente de Gopher	-	S/C	LC
		Pituophis deppei	Culebra sorda mexicana	End	A	LC
		Pantherophis emoryi	Serpiente ratonera de las planicies	-	S/C	LC
		Sonora semiannulata	Culebra suelera anillada	-	S/C	LC
	Eublepharidae	*Coleonyx brevis*	Geco de bandas del noreste	-	Pr	LC
	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	-	Pr	LC

Ornitofauna (aves).

A lo largo del Área de Proyecto se pueden llegar a localizar 61 especies de aves potenciales, mismas que se encuentran clasificadas taxonómicamente en 13 órdenes, 24 familias y 41 géneros. La familia con mayor número de especies (siete especies respectivamente) es Tyrannidae, seguida de Accipitridae con seis, Parulidae con cinco especies, Emberizidae, Fringillidae, Troglodytidae y Ardeidae cuentan con cuatro especies respectivamente, Anatidae, Trochilidae y Falconidae tienen a tres especies, con dos especies se encuentran las familias Cathartidae, Corvidae, Turdidae y Strigidae, al final se encuentran las familias con menor representatividad son Apodidae, Caprimulgidae, Scolopacidae, Charadriidae, Columbidae, Odontophoridae, Rallidae, Cardinalidae, Remizidae y Picidae con una sola especie respectivamente.

Del total de especies potenciales de aves cuatro de ellas (6.5% del total de especies potenciales) se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Sujetas a Protección especial (Pr) el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Tabla 35 Listado de especies de aves registradas.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta alaverde	-	S/C	LC
		Anas platyrhynchos	Pato norteño	-	S/C	LC
		Aythya americana	Pato cabeza roja	-	S/C	LC
Caprimulgiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	-	S/C	LC
	Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	-	S/C	LC
		Archilochus colubris	Colibrí garganta rubí	-	S/C	LC
		Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	-	S/C	LC
	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	-	S/C	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	S/C	LC
	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	S/C	LC
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola colalarga	-	S/C	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	-	Pr	LC
		Accipiter striatus	Gavilán pecho-rufo	-	Pr	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	S/C	LC
		Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	-	Pr	LC
		Circus hudsonius	Gavilán rastrero	-	S/C	LC
		Elanus leucurus	Milano cola blanca	-	S/C	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	-	S/C	LC
		Falco peregrinus	Halcón peregrino	-	Pr	LC
		Falco sparverius	Cernícalo americano	-	S/C	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	S/C	LC
		Coragyps atratus	Zopilote común	-	S/C	LC
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	-	S/C	LC
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-	S/C	LC
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal pardo	-	S/C	LC
	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	S/C	LC
		Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	-	S/C	LC
	Emberizidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	-	S/C	LC
		Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	-	S/C	LC
		Calamospiza melanocorys	Gorrión ala blanca	-	S/C	LC
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	-	S/C	LC
	Fringillidae	*Carduelis pinus*	Jilguero pinero	-	S/C	LC
		Carduelis psaltria	Jilguero dominicano	-	S/C	LC
		Carpodacus cassinii	Pinzón de Cassin	-	S/C	NT
		Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	S/C	LC
	Parulidae	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	-	S/C	LC
		Dendroica nigrescens	Chipe negro-gris	-	S/C	LC
		Dendroica occidentalis	Chipe cabeza-amarilla	-	S/C	LC

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
		Dendroica petechia	Chipe amarillo	-	S/C	LC
		Dendroica townsendi	Chipe negro-amarillo	-	S/C	LC
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-	S/C	LC
		Catherpes mexicanus	Chivirín barranqueño	-	S/C	LC
		Cistothorus palustris	Chivirín pantanero	-	S/C	LC
		Cistothorus platensis	Saltapared sabanero	-	S/C	LC
	Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal cola rufa	-	S/C	LC
		Catharus ustulatus	Zorzal de Swainson	-	S/C	LC
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-	S/C	LC
	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí boreal	-	S/C	NT
		Contopus sordidulus	Pibí occidental	-	S/C	LC
		Empidonax hammondii	Mosquero de Hammond	-	S/C	LC
		Empidonax minimus	Mosquero mímimo	-	S/C	LC
		Empidonax oberholseri	Mosquero oscuro	-	S/C	LC
		Empidonax traillii	Mosquero saucero	-	S/C	LC
		Empidonax wrightii	Mosquero gris	-	S/C	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	S/C	LC
		Ardea herodias	Garza morena	-	S/C	LC
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	-	S/C	LC
		Egretta thula	Garza dedos dorados	-	S/C	LC
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-	S/C	LC
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	-	S/C	LC
		Bubo virginianus	Búho cornudo	-	S/C	LC

Mastofauna (Mamíferos).

A lo largo del Área de Proyecto se pueden llegar a distribuir 28 especies potenciales de mamíferos silvestres, mismos que se encuentran clasificados taxonómicamente en seis órdenes, 11 familias y 22 géneros. Las familias con mayor número de especies son Cricetidae y Vespertilionidae con seis, seguidas de la familia Heteromyidae con tres, Sciuridae, Leporidae, Canidae, Mephitidae y Procyoni*dae* cuentan con dos especies, las familias con menor representatividad son Didelphidae, Dasypodidae y Molossidae con una sola especie respectivamente.

Tabla 36 Listado de especies de mamíferos registrados.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	S/C	LC
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo nueve bandas	-	S/C	LC
Rodentia	Sciuridae	*Xerospermophilus spilosoma*	Ardilla moteada	-	S/C	LC

Tabla 36 Listado de especies de mamíferos registrados.

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
		Otospermophilus variegatus	Ardillón	-	S/C	LC
	Heteromyidae	*Chaetodipus nelsoni*	Ratón de abazones de Nelson	-	S/C	LC
		Chaetodipus eremicus	Ratón de abazones	-	S/C	LC
		Dipodomys merriami	Rata canguro de Merriam	-	S/C	LC
	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	Rata magueyera	-	S/C	LC
		Peromyscus maniculatus	Ratón	-	S/C	LC
		Peromyscus pectoralis	Ratón tobillo blanco	-	S/C	LC
		Peromyscus leucopus	Ratón	-	S/C	LC
		Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero leonado	-	S/C	LC
		Reithrodontomys megalotis	Ratón	-	S/C	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	-	S/C	LC
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-	S/C	LC
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago	-	S/C	LC
		Lasiurus xanthinus	Murciélago	-	S/C	LC
		Eptesicus fuscus	Murciélago	-	S/C	LC
		Myotis californicus	Murciélago	-	S/C	LC
		Myotis velifer	Miotis mexicano	-	S/C	LC
		Pipistrellus hesperus	Murciélago	-	S/C	LC
	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago guanero	-	S/C	LC
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	S/C	LC
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-	S/C	LC
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	-	S/C	LC
		Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	-	S/C	LC
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	S/C	LC
		Bassariscus astutus	Cacomixtle	-	S/C	LC

Conclusiones - Fauna registrada en el Área de Proyecto.

Durante la prospección a campo se registraron un total de 45 especies de fauna silvestre (lo que representa el 39.8% del total de las especies potenciales) de las especies registradas cinco pertenecen al grupo de los reptiles, 36 especies al grupo de aves y cuatro especies al grupo de mamíferos.

Anfibios registrados.

Durante la prospección a campo se no se registraron especies de anfibios

Reptiles registrados.

Durante la prospección a campo se registraron cinco especies de reptiles en el Área de Proyecto, mismos que se encuentran clasificados taxonómicamente en un orden, tres familias y cuatro géneros.

La familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con tres, las familias Gekkonidae y Teiide cuentan con una sola especie respectivamente.

Categorías de protección.

De las especies registradas en campo solo una de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría Amenazada (A) se encuentra la lagartija de mancha lateral norteña (*Uta stansburiana*). La UICN considera a todas las especies registradas bajo la categoría Preocupación menor (LC).

Distribución geográfica.

De las especies de reptiles registradas en campo ninguna de ellas cuenta con poblaciones Endémicas para México.

Tabla 37 Listado de especies de reptiles registrados en el AP

Orden	Familia	Género/Especie	Nombre común	Distr.	NOM-059	UICN
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus turcicus*	Geco casero mediterráneo	-	S/C	LC
	Phrynosomatidae	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	-	A	LC
		Sceloporus poinsetti	Lagartija escamosa de grieta	-	S/C	LC
		Sceloporus jarrovi	Lagartija espinosa	-	S/C	LC
	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	-	S/C	LC

A: Amenazada

3.10 Susceptibilidad a fenómenos naturales.

3.10.1 Sismos.

En lo que respecta a la sismicidad de acuerdo con la carta de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, se observa que el proyecto se ubica en la franja que conforma la zona sísmica A. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad de temblores.

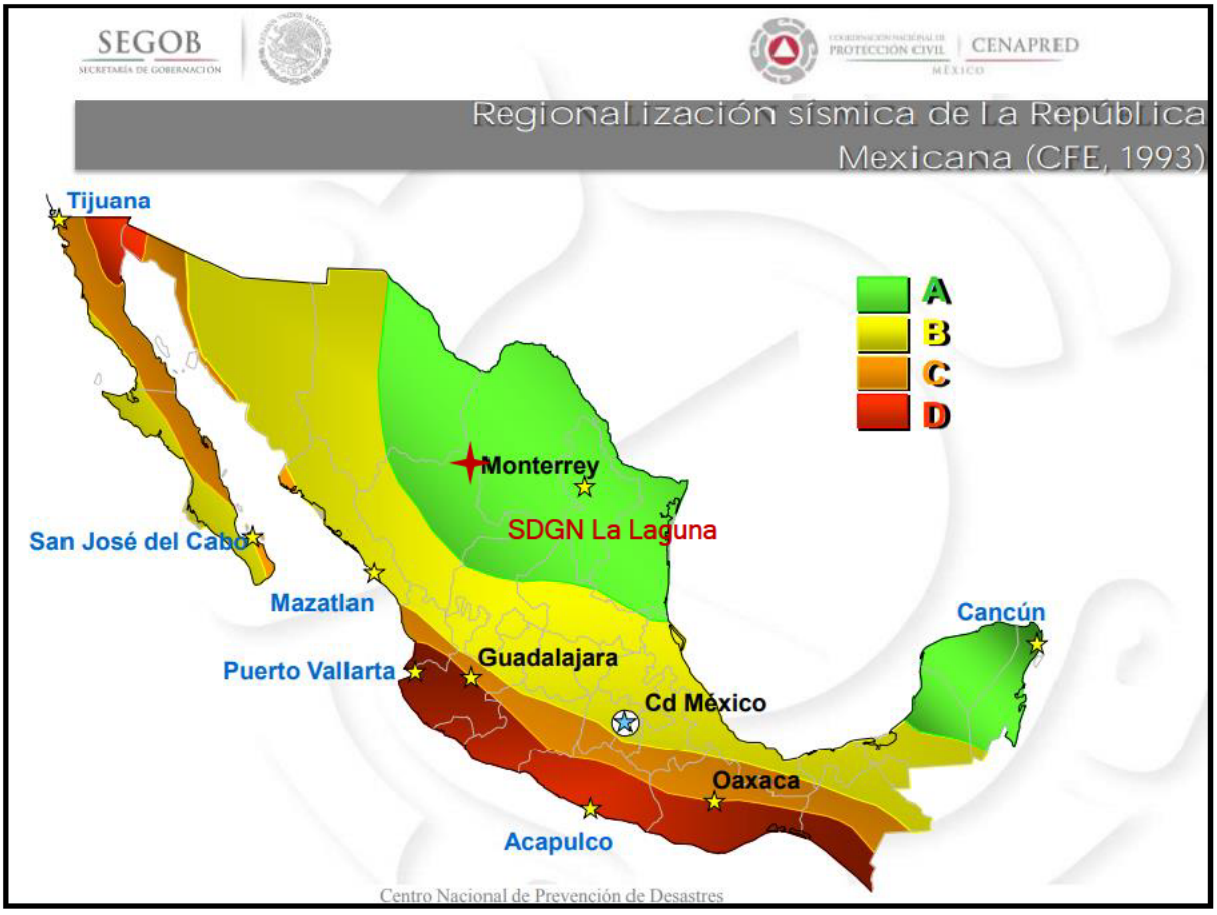


Figura 14. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

3.10.2 Deslizamientos.

De acuerdo a su ubicación geográfica, el área de proyecto y su área influencia del proyecto, no presenta riesgos alto por deslizamientos de tierra, en lo concerniente a la susceptibilidad por inestabilidad de laderas, se realizó la consulta en portal de aplicación del atlas nacional de riesgos de CENAPRED (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html) por medio del cual se identifica que la zona del proyecto existe un grado susceptible "Media", existe una susceptibilidad por deslizamiento de categoría alta en la parte sur del desarrollo del proyecto, ya que en esta parte se ubican escurrimientos de régimen intermitente, en donde la topografía se observó escabrosa.

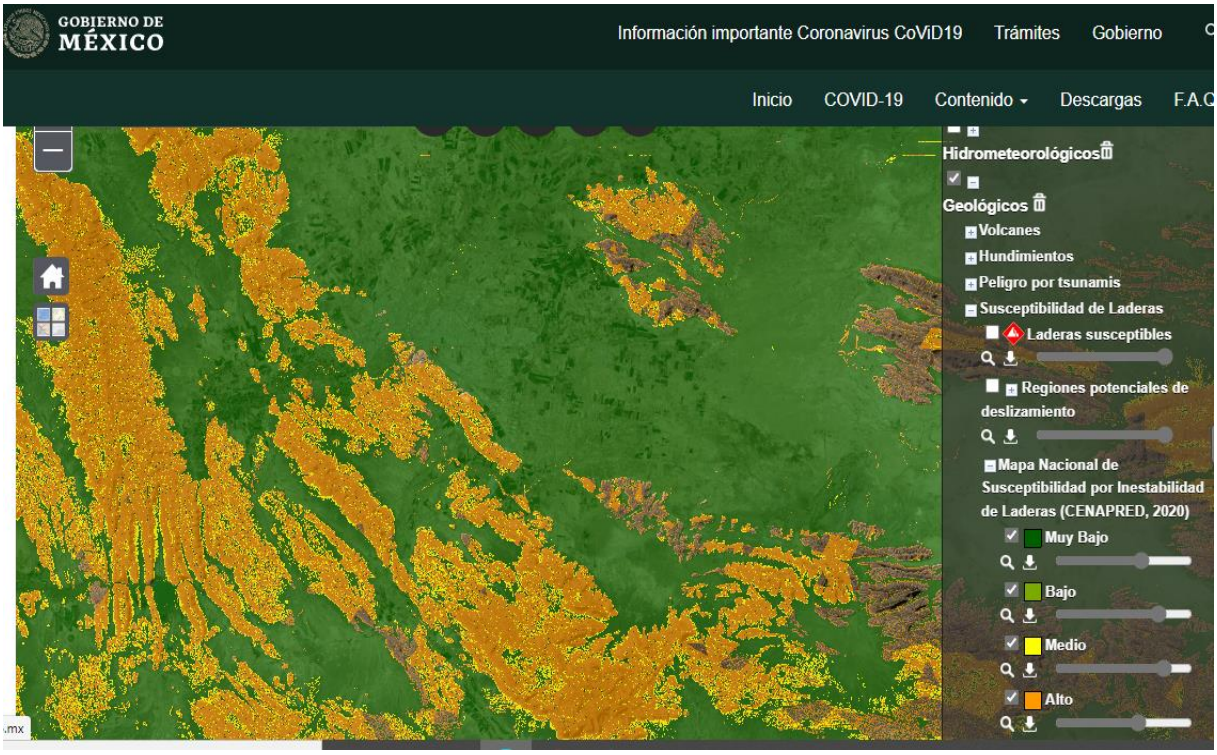


Figura 15. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (Cenapred 2020).

3.10.3 Heladas.

En las zonas de climas secos de la Sierra Madre Oriental las heladas tienen también un rango de 0 a 20 días, con excepción de las áreas con clima semiseco templado. En las partes altas de la Sierra Madre Oriental, donde los climas son templados, se presentan heladas con una frecuencia que van de 20 a 60 días, debido a que las condiciones térmicas permiten el desarrollo de este fenómeno por periodos más prolongados, sobre todo en los meses de diciembre, enero y febrero (INEGI, 2017).

Se identifica en la zona de proyecto, conforme a la consulta de los indicadores cuantitativo del número de días con presencia de los días con heladas por municipio, se identifica que, para las cabeceras municipales de Gómez Palacio y Lerdo en Durango, así como de Torreón Coahuila, prevalece un rango de 1 -60 días con heladas anual y por su parte el índice de días con heladas por municipio, resulta con índice ‘Bajo’.

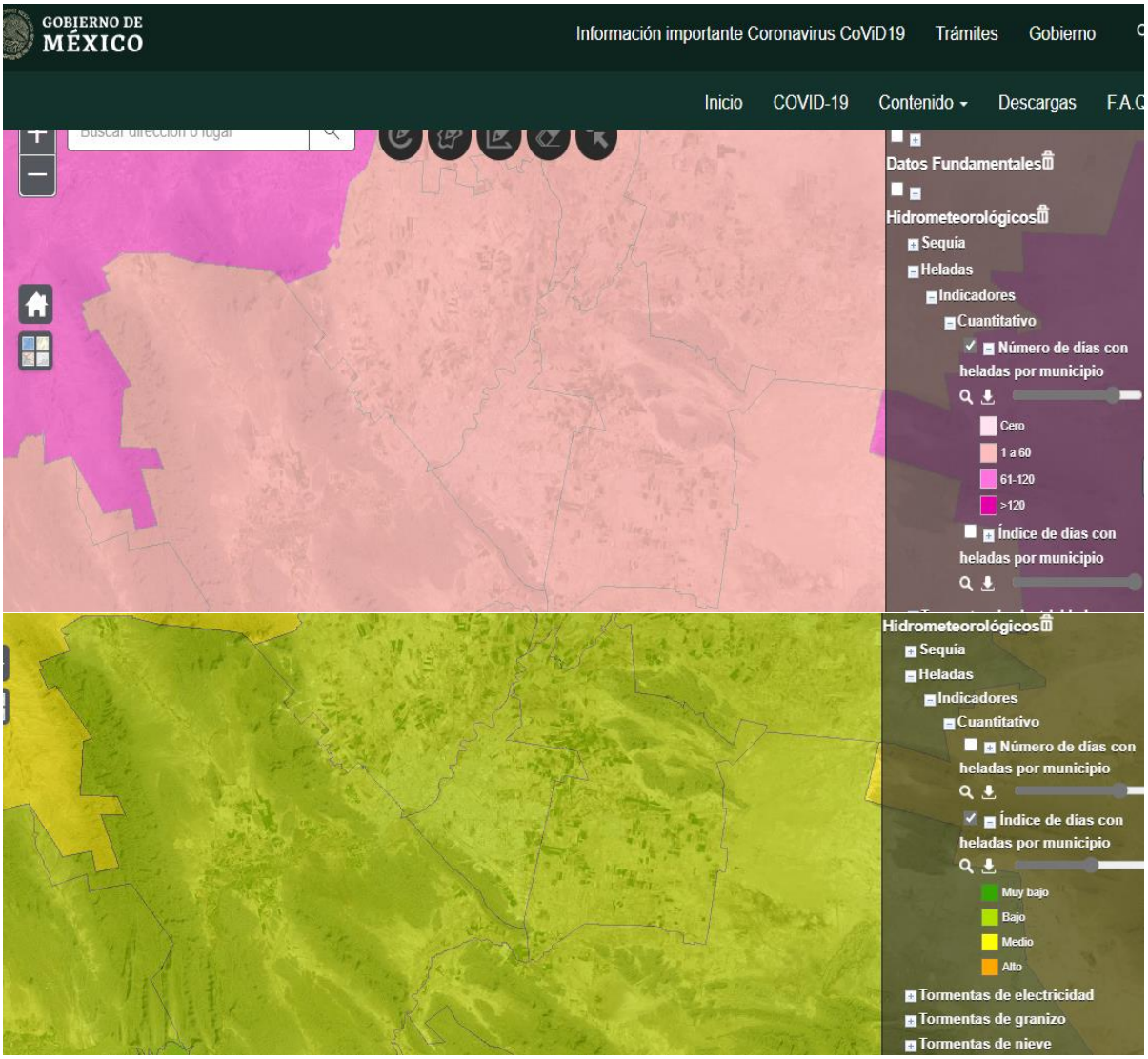


Figura 16. Índice cuantitativo/cualitativo de días de heladas en la zona de proyecto (Cenapred 2020).

3.10.4 Ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son la principal fuente generadora de lluvias en el país y resultan ser muy benéficos para las zonas áridas y semiáridas al norte y noroeste de México (OCC-18, 2015).

La llegada de la temporada de ciclones tropicales y “Lluvias Torrenciales” y por consiguiente, un aumento en la probabilidad de que a consecuencia de precipitaciones superiores a los 30 litros por metro cuadrado en un periodo menor a los 30 minutos o de precipitaciones superiores a los 50 litros por segundo en un periodo de 2 horas o menos, la ciudad presenta encharcamientos importantes e inundaciones en al menos 45 puntos de está siendo los sectores Sur, Sur Oriente y Norte los que mayor afectación presentan.

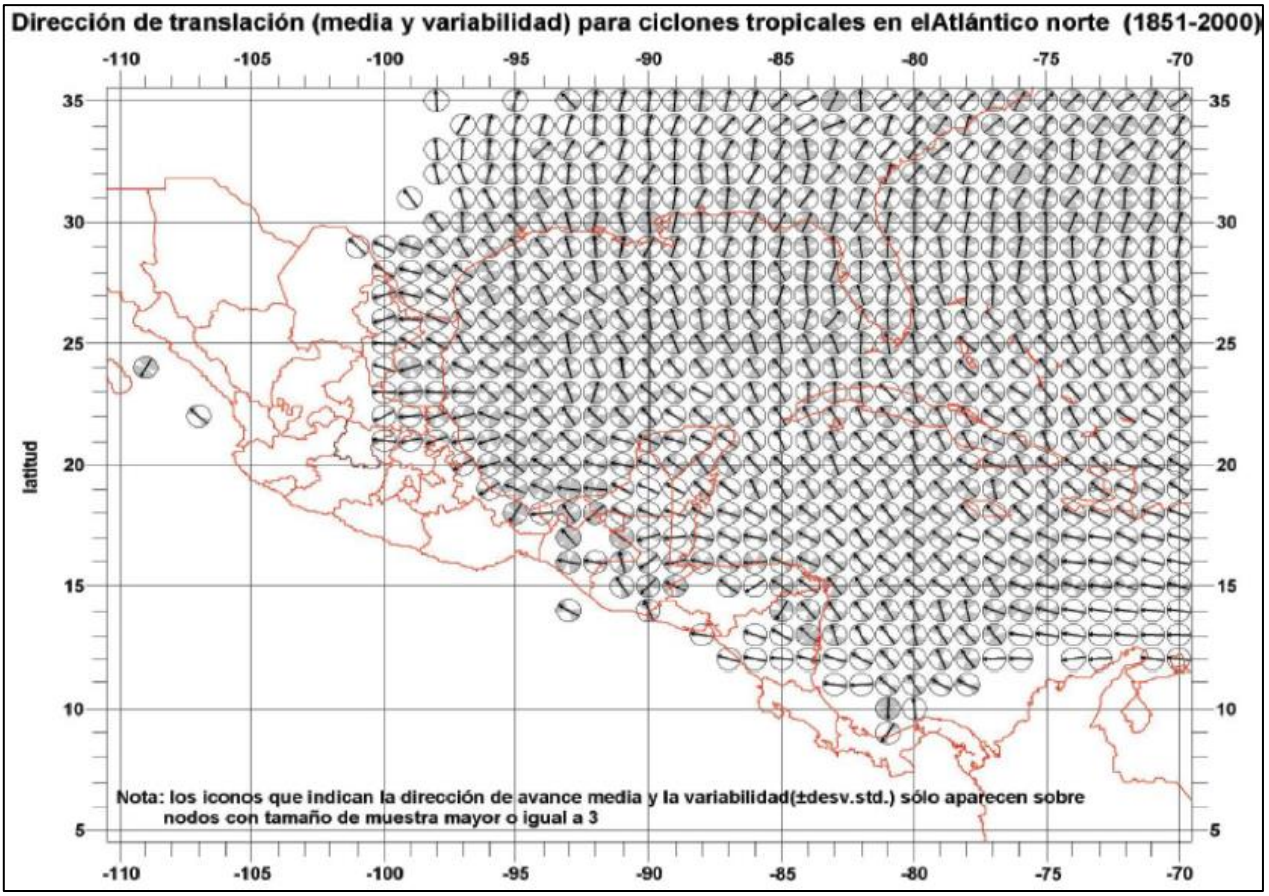


Figura 17. Comportamiento de los ciclones tropicales en el Golfo de México (1951-2000).

Según datos publicados en el “Programa Especial de Protección Civil 2017-2023” por la Secretaría de Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, Subsecretaría de Protección Civil, durante el periodo 2004-2018 entre sequías atípicas, lluvia severa, helada severa, granizada severa, inundación y onda cálida se presentaron 8 emergencias y desastres Durante el año 2019, la única estación de monitoreo hidrometeorológico, el Observatorio Meteorológico de Torreón, que sita en Paseo del Olmo s/n, casi esquina con Paseo de la Rosita, Colonia Torreón Jardín, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua, obtuvo el registro de 10 de 12 meses del año siendo septiembre el mes con el de mayor registró (46.1mm) con un anual acumulado de 177.2 mm, 29% menos sobre el pronóstico de la media anual de 250 mm.

3.10.5 Inundaciones.

Las inundaciones se generan cuando la intensa precipitación causa un flujo de agua superior a la capacidad del cuerpo de captación, lo que provoca el desbordamiento de ríos y arroyos.

El caso más común de inundación es el anegamiento, pero cuando los cauces tienen mucha pendiente, se producen los flujos torrenciales, e n relación a las inundaciones que se presentan en la zona, se llevó a cabo un análisis a través del portal SIATL.

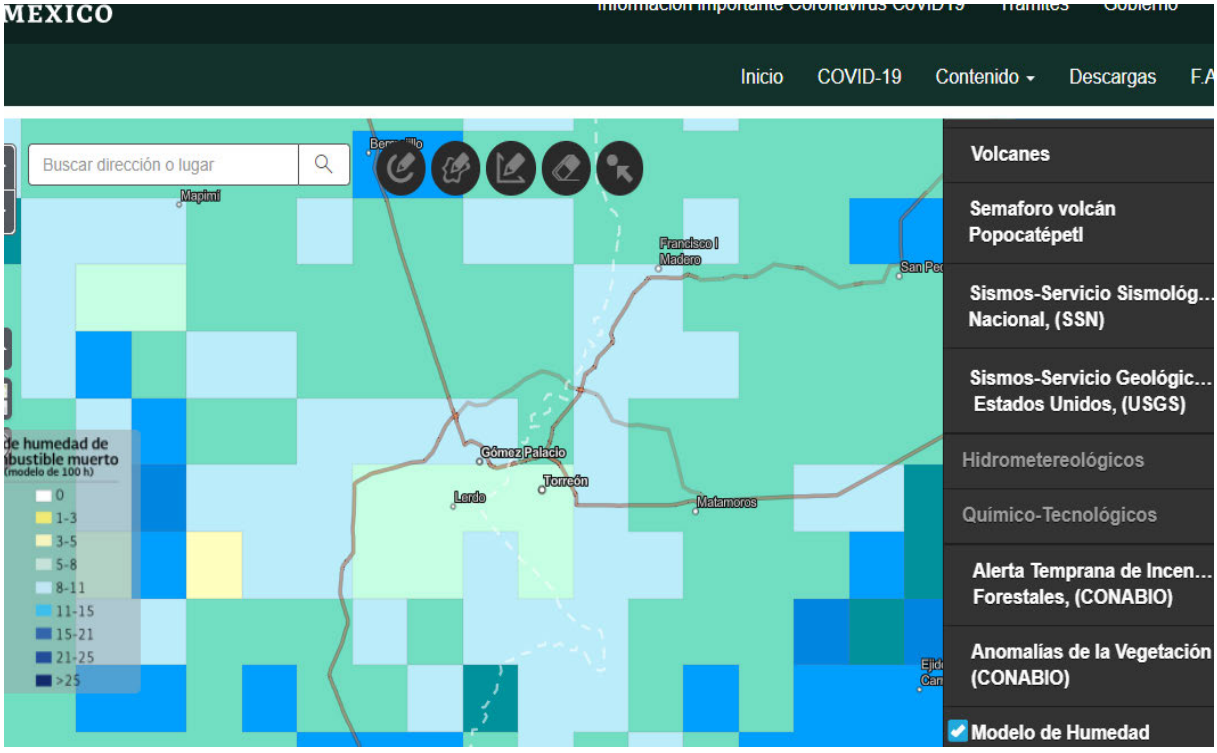


Figura 18. Régimen de húmeda por presencia de combustible muerto en la zona de Proyecto.

Con relación al índice de vulnerabilidad por inundaciones obedece al tipo de infraestructura hidroagrícola existente en la Región Lagunera es el Distrito de Riego 017. En la ciudad de Torreón, Coahuila se encuentran tres canales principales que atraviesan por el área urbana; el canal lateral 3+500 conocido como “Coyote”, al norte y canal su lateral 4+914 y, 6+612 al oriente, derivaciones del canal principal Sacramento que inicia en el Km. 3+500 del canal principal “Sacramento”. Para el sur de la ciudad, se localiza una laguna reguladora ubicada dentro del Panteón Jardines del Carmen (particular), sitio donde se concentran los escurrimientos del cerro de las Noas, agua que es recolectada por un arroyo circundante a la sierra.

El arroyo que recibe escorrentías del cerro NOAS, el cual esta circundante a la sierra se encuentra embovedado y localizado frente a las oficinas administrativas de la planta Met-Mex Peñoles, con un trayecto de 820 metros para continuar a cielo abierto por los patios de F.F.C.C. y el cual confluye con la laguna de regulación, recorriendo una longitud aproximada de 1,400 metros lineales y con una capacidad de almacenamiento aproximado de 100,800m^3

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura 19. Zona de inundación CENAPRED.



Figura 20. Zonas de riesgo por desbordamiento de río Nazas.

3.11 Interacciones del Proyecto con su entorno.

La interacción potencial del sistema con el entorno circundante y zonas vulnerables de población se describe en la **Tabla 38**, **Tabla 39** y **Tabla 40** considerando una distancia de 800 m a ambos lados del derecho de vía. En el **Anexo A** se integra un archivo KMZ con la ubicación de las interacciones identificadas, conforme a la consulta realizada en los registros del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Tabla 38 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población.

Nombre de la zona vulnerable de población	Tipo de zona vulnerable de población	Ubicación	Distancia (m)
Campestre De Gómez Palacio AC	Campos de golf	Gómez Palacio	335.09
Centro De Salud Isauro Venzor	Clínicas	Gómez Palacio	502.61
Unidad De Medicina Familiar 80	Clínicas	Torreón	450.62
Centro De Rehabilitación E Inclusión Infantil Teletón Durango	Consultorios	Gómez Palacio	757.83
Bica Negocios	Entretenimiento	Gómez Palacio	437.03
Bachillerato Técnico Industrial Torreón	Escuelas	Torreón	783.95
CBTIS 159	Escuelas	Gómez Palacio	333.15
Centro De Capacitación Para El Trabajo Industrial 20	Escuelas	Gómez Palacio	508.51
Colegio Bilingüe De La Laguna	Escuelas	Torreón	357.01
Colegio Metropolitano	Escuelas	Gómez Palacio	718.93
Colegio Mijares	Escuelas	Torreón	205.03
Colegio San Roberto	Escuelas	Gómez Palacio	727.71
Escuela Secundaria Del Estado Profesor José Rodríguez González	Escuelas	Torreón	32.88
Escuela Secundaria Estatal Profesora Ma. Dolores Campillo Rincón	Escuelas	Gómez Palacio	2574.42
Escuela Secundaria Estatal Simón Bolivar Tm	Escuelas	Gómez Palacio	501.74
Escuela Secundaria General 2 Héroes Anónimos T M	Escuelas	Gómez Palacio	613.22
Escuela Secundaria Técnica Numero 1	Escuelas	Torreón	749.51
Escuela Secundaria Vicente Balandrán Muñoz	Escuelas	Gómez Palacio	501.72
Facultad De Ciencias Políticas Y Sociales	Escuelas	Torreón	574.87
Facultad De Contaduría Y Administración	Escuelas	Torreón	384.40
Facultad De Derecho De La Universidad Autonomía De Coahuila	Escuelas	Torreón	517.01
Instituto De Enseñanza Abierta Unidad Torreón Idea	Escuelas	Torreón	183.90
Instituto 18 De Marzo División De Estudios Superiores	Escuelas	Gómez Palacio	302.40
Instituto Doctor Carlos Coquí	Escuelas	Torreón	219.04
Instituto Mexicano De Estudios Superiores	Escuelas	Torreón	324.85
Jardín De Niños Doctor Isauro Venzor	Escuelas	Gómez Palacio	157.14
Normal Superior	Escuelas	Gómez Palacio	690.11
Preparatoria Alicia Fierro De Mendez Turno Vespertino	Escuelas	Gómez Palacio	328.82

Tabla 38 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población.

Nombre de la zona vulnerable de población	Tipo de zona vulnerable de población	Ubicación	Distancia (m)
Preparatoria Jaime Torres Bodet	Escuelas	Gómez Palacio	448.63
Primaria Secundaria Preparatoria Escofis	Escuelas	Torreón	719.27
Secundaria Braulio Contreras Amaro	Escuelas	Torreón	784.87
Secundaria Del Estado Profesora Ema Samano De Lopez Mateos	Escuelas	Torreón	45.53
Secundaria Estatal Profesora Dolores Torres Gonzalez	Escuelas	Gómez Palacio	335.98
Secundaria Estatal Santiago Lavín Cuadra Tm	Escuelas	Gómez Palacio	268.43
Secundaria General 2 héroes anónimas Tv	Escuelas	Gómez Palacio	612.40
UNIDEP	Escuelas	Torreón	128.43
Universidad Autónoma De Coahuila Centro De Idiomas	Escuelas	Torreón	726.97
Universidad La Salle Laguna Ac	Escuelas	Gómez Palacio	4.25
Universidad Pedagógica De Durango	Escuelas	Gómez Palacio	687.17
Asociación ProDesarrollo De La Niñez Del Conjunto Habitacional Jose Campillo Saenz	Guarderías	Gómez Palacio	762.11
Grupo Marasa	Guarderías	Gómez Palacio	457.63
Guardería Del Parque	Guarderías	Gómez Palacio	661.90
Guardería Infantil 001	Guarderías	Torreón	529.92
Juego Y Aprendo	Guarderías	Torreón	230.36
Clínica Centro Medico	Hospitales	Torreón	631.76
Instituto De Seguridad Y Servicios Sociales De Los Trabajadores Del Estado	Hospitales	Torreón	717.33
Instituto Mexicano Del Seguro Social No 18	Hospitales	Torreón	445.19
Museo Arocena	Museos	Torreón	502.66
Proyectos Populares Alternativos	Trabajo social	Torreón	326.66

Tabla 39 Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales (franja de 800 m).

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Distancia promedio al ducto (m)	Proximidad o cruzamiento	
						Coord. inicio	Coord. fin
Corriente de agua	Río Nazas	Corriente de agua endorreica	--	Cruzamiento	0	X=653869.57, Y=2826273.22	X=653683.51, Y= 2826455.09
Corriente de agua	Canal de desagüe	Canal de desagüe	--	Cruzamiento	0	X= 653946.05, Y= 2829127.53	X= 653981.27, Y= 2829123.32

Tabla 40 Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de infraestructura	Nombre/Descripción	Ubicación	Distancia promedio al ducto (m)
Estación de servicio	Gasolinera Pemex "Paso del Norte"	Torreón	98.4
Estación de servicio	Gasolinera Pemex	Torreón	287.5
Estación de servicio	Gasolinera Punto +	Torreón	344.5
Estación de servicio	Gasolinera Pemex TAD Gómez Palacio	Torreón	91.4
Estación de servicio	Estación de Gas LP Gas Imperial	Torreón	213.3
Estación de servicio	Gasolinera Mi Gasolina Feria	Torreón	567.1
Instalación industrial de riesgo	Inmex Parque Industrial Lagunero	Torreón	368.96
Instalación industrial de riesgo	Qumitech	Torreón	411.1
Instalación industrial de riesgo	Masterbrand Cabinets GP Components	Torreón	282.1
Instalación industrial de riesgo	Envases Elopak	Torreón	335.48
Instalación industrial de riesgo	Parque Industrial Torreón	Torreón	Colindante
Instalación industrial de riesgo	Radio Refrigeración de Juárez	Torreón	23.93
Instalación industrial de riesgo	Trebotti S.A. de C.V.	Torreón	112.5
Instalación industrial de riesgo	Transportes Condesa	Torreón	764.1
Instalación industrial de riesgo	cedis Cimaco Región Norte	Torreón	742.8
Instalación industrial de riesgo	BIMBO	Torreón	531.8
Instalación industrial de riesgo	Alimentos Laguna SA de CV	Torreón	25.8
Instalación industrial de riesgo	Cedis bachoco Región Norte	Torreón	316.8
Instalación industrial de riesgo	Básculas revuela Maza	Torreón	220.8
Instalación industrial de riesgo	Argento Torreón	Torreón	193.01
Instalación industrial de riesgo	Tecnología Estructural Mexicana	Torreón	498.2
Instalación industrial de riesgo	GEBESA	Torreón	25
Instalación industrial de riesgo	BACHOCO	Torreón	441.4
Instalación industrial de riesgo	Tubería Laguna	Torreón	244.8
Instalación industrial de riesgo	Aceros Levinson	Torreón	325.8
Instalación industrial de riesgo	Equipos ferroviarios de norte	Torreón	331.9
Instalación industrial de riesgo	Pilgrims norte	Torreón	10
Instalación industrial de riesgo	Planta de Fertilizantes Sólidos cooperativa	Torreón	93.2
Instalación industrial de riesgo	CEDIS Sabritas	Torreón	229.6
Instalación industrial de riesgo	Transportes Chilchota	Torreón	33.7
Instalación industrial de riesgo	MAESMA	Torreón	33.7
Instalación industrial de riesgo	Agromaya botánica	Torreón	26.2
Instalación industrial de riesgo	Metalpol	Torreón	129.3
Servicios de emergencia	Estación de bomberos	Torreón	157.6
Instalación industrial de riesgo	Segana SA de CV	Torreón	354.9
Instalación industrial de riesgo	Aleco diseño y manufactura	Torreón	417.5

Tabla 40 Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de infraestructura	Nombre/Descripción	Ubicación	Distancia promedio al ducto (m)
Instalación industrial de riesgo	Fundidora Especializada del Nazas SA de CV	Torreón	49
Instalación industrial de riesgo	CEDIS COPPEL	Torreón	539.9
Instalación industrial de riesgo	Industrias Apparel S de RL de CV	Torreón	393.1
Estación de servicio	Gasolinera Hidrosina	Torreón	92.7
Instalación industrial de riesgo	Planta Electrólitica de Zinc - Peñoles	Torreón	Colindante
Instalación industrial de riesgo	Caleras de La Laguna	Torreón	236.7
Estación de servicio	Combugas Estación Caleras	Torreón	21.5
Estación de servicio	Gasolinera Pemex	Torreón	32.1
Instalación industrial de riesgo	Fundilag	Torreón	132.3
Estación de servicio	Punto + Gasolinera	Torreón	25

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

El análisis de riesgos se ha enfocado en la identificación y evaluación de aquellos potenciales accidentes intrínsecos a la operabilidad de la red de distribución de gas construida y en operación considerando las secciones autorizadas y las adicionales construidas. Estos riesgos y su evaluación se pretende sean una aproximación de los riesgos asociados a la operación de la red proyectada a futuro con las mismas características (diámetro, material, presión y temperatura).

4.1 Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo.

4.1.1 Análisis preliminar de peligros.

Para el análisis preliminar de peligros, se empleó la metodología lista de verificación, una lista de verificación consiste en un listado de elementos o pasos de procedimiento para verificar el estado de un sistema. Las listas de verificación se utilizan con frecuencia para indicar el cumplimiento de normas y prácticas recomendadas. El enfoque es fácil de usar y se puede aplicar en cualquier etapa de la vida del proceso.

En el presente estudio se aplicó una lista de verificación para evaluar el cumplimiento de los ductos de acero, polietileno, Estaciones de Regulación Distritales y City Gate con la norma NOM-003-ASEA-2016 “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos”, para ello se retomaron los requisitos aplicables durante la etapa de operación y mantenimiento.

Así mismo, se aplicó una lista de verificación tomando como referencia las categorías de peligros expuestas en el Apéndice C de la NOM-009-ASEA-2017 “Administración de integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos”, esto para tener el panorama preliminar de los riesgos que se puedan presentar durante la operación del SDGN La Laguna.

Para la documentación de las listas de verificación se desarrollaron cinco plantillas; cuatro (04) basadas en la NOM-003-ASEA-2016 (ductos de acero, ductos de polietileno y ERM) y una (01) para la identificación preliminar de peligros establecidos en la NOM-009-ASEA-2019. La **Figura 21** muestra el formato empleado para la documentación de la técnica.

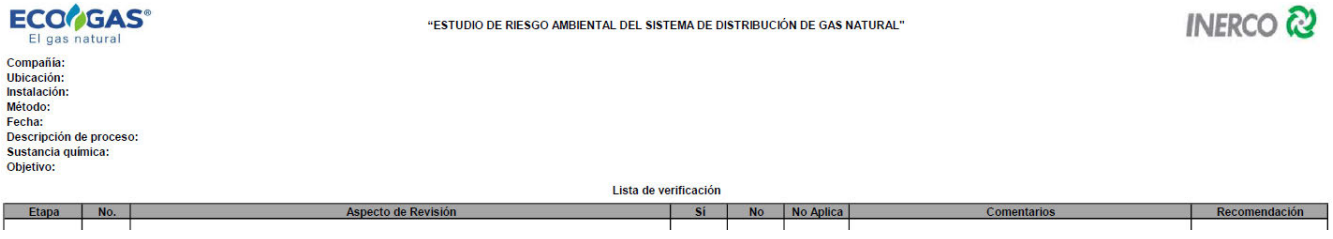


Figura 21 Plantilla de documentación de lista de verificación.

La plantilla incluye las siguientes columnas:

- Aspecto de revisión: Interrogante retomada de la NOM-003-ASEA-2016 o NOM-009-ASEA-2019 para evaluar su cumplimiento.
- Sí: Respuesta afirmativa a la interrogante evaluada.
- No: Respuesta negativa a la interrogante evaluada.
- No aplica: La interrogante no aplica para el presente sistema.
- Comentarios: Columna empleada para generar comentarios a la interrogante evaluada en caso de ser requerido.
- Recomendación: En caso de que se presente algún incumplimiento de la norma se generaron recomendaciones.

Las hojas de trabajo del desarrollo de la metodología se incluyen en el **Anexo F**, para su consulta.

De esta metodología se identificó que ECOGAS cuenta con los mecanismos necesarios para lograr el cumplimiento a los requisitos mínimos de seguridad para ductos de acero, polietileno y ER Distritales establecidos en la NOM-003-ASEA-2016, la única desviación identificada corresponde a que el SDGN La Laguna no cuenta con un Programa para la Prevención de Accidentes actualizado con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los Protocolos de Respuesta a Emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos, por lo que una vez se cuente con la resolución de la infraestructura adicional construida en materia de impacto ambiental este deberá ser actualizado.

Analógicamente, el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los ductos y Estaciones de Regulación consideradas a futuro cumplirán con los requerimientos establecidos en el marco regulatorio, así como en las buenas prácticas de ECOGAS.

De la lista de verificación basada en la NOM-009-ASEA-2017 se identificaron veintidós (22) peligros latentes en etapa actual de operación del Sistema de Distribución, estos eventos fueron retomados en análisis cualitativo para identificar sus potenciales causas de liberación, consecuencias, salvaguardas y nivel de riesgo asociado para determinar si es necesario o no la implementación de alguna recomendación.

4.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares.

Esta fase consiste en estudiar los accidentes registrados en el pasado en plantas, instalaciones o procesos que involucre manejo de sustancias similares o de la misma naturaleza. La principal ventaja radica en que se refiere a accidentes que ya han ocurrido, por lo que el establecimiento de accidentes supuestos se basa en casos reales. Este análisis se fundamenta en la recopilación de diferentes tipos y fuentes de información.

Con motivo del presente estudio, se efectuó la consulta a esta base datos para el manejo de gas natural encontrándose que se tienen registrados 33 accidentes en un periodo de 36 años.

A partir de la información disponible, se establece que descartando las situaciones donde las causas del accidente no son reportadas (54.5%), el porcentaje más alto de causas de los accidentes se deben al factor humano, con un 21%, mientras que los impactos corresponden al 15% de las causas de los accidentes reportados.

Por lo que se refiere a las consecuencias, el valor más alto corresponde a las lesiones (48%), siguiendo los accidentes con nulas consecuencias (42%) y el porcentaje de accidentes donde se presentan fatalidades alcanza el 30%. Por las características de inflamabilidad y explosividad del gas natural, los mayores peligros son los de incendio y/o explosión.

De acuerdo con fuentes periodísticas y la base de datos de la PROFEPA se tienen los siguientes reportes de accidentes relacionados con el manejo de gas natural en México.

Tabla 41 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por fuentes externas.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	2018	León, Guanajuato	Tubería	Gas Natural	Ruptura de tubería de gas	Maniobras de excavación	Tres personas lesionadas	No disponible.	Milenio
2	2017	Ciudad de México	Tubería de transmisión	Gas Natural	Fuga de tubería de 2”	Fuga	Daño a dos departamentos, un poste de luz y un automóvil	Se evacuó el área afectada.	PROFEPA
3	2015	Ciudad de México	Tubería de suministro	Gas natural	Fuga con explosión	Fuga continua	Una fatalidad Dos lesionados permanentes Una persona herida	Atención de elementos de emergencia.	PROFEPA
4	2015	Ciudad de México	Tubería de suministro	Gas natural	Fuga continua	Golpe externo	Lesiones leves Evacuación de población	Control por elementos de emergencia (bomberos)	PROFEPA
5	2014	Monterrey	Tubería de suministro	Gas natural	Fuga masiva	Incendio	Afectaciones de suministro Daños en instalaciones públicas	Atención de elementos de emergencia (Bomberos, protección Civil, Ejército).	PROFEPA
6	2010	Texas, Estados Unidos	Líneas de distribución	Gas natural	Fuga con incendio	Perforación para instalación de una línea eléctrica.	Una fatalidad y 6 heridos.	Se tardó un aproximado de 2 horas en apagar el fuego.	MHIDAS

Tabla 41 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por fuentes externas.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
7	2010	San Bruno, California, Estados Unidos	Tuberías de transmisión	Gas natural	Fuga	Ruptura	Ocho fatalidades, 38 viviendas destruidas y daños en otras 70 viviendas	Se evacuó el área afectada y se cerraron las válvulas de tubería 1 hora y media después	LA Times
8	1995	Monclova	Ducto de transporte	Gas natural	Fuga (50 m^3)	Activación de válvula de seguridad en estación de regulación	No hubo afectaciones	Recalibración de válvula de seguridad	PROFEPA
9	1994	Coahuila	Red de distribución	Gas natural	Fuga continua	Explosión externa	Dos heridos	Renovación de tuberías, reparación de medidores, evaluación del área afectada.	PROFEPA
10	1994	Nuevo León	Centro de Regulación	Gas natural	Fuga	Fuga masiva en mantenimiento por purga de válvula de salida	Evacuación de población (100 m a la redonda) Suspensión de tráfico en vías aledañas	Reubicación del centro de regulación	PROFEPA

Análisis: INERCO Consultoría México, 2022.

ECOGAS cumple con la obligación de reportar anualmente la ocurrencia de eventos de fuga ante la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia de Seguridad, Energía y Medio Ambiente (ASEA). La tabla siguiente muestra los incidentes reportados en los últimos 5 años.

Tabla 42 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por ECOGAS.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
2	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Trabajos de tercero para la instalación de una descarga de drenaje sanitario.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.

Tabla 42 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por ECOGAS.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
3	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
4	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
5	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Trabajos de tercero para la instalación de la red hidráulica nueva sobre la vía pública.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
6	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 3".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
7	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
8	2020	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
9	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Trabajos de tercero para el mejoramiento de la vialidad.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
10	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento de red general de drenaje y agua potable ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
11	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.

Tabla 42 Antecedentes de accidentes e incidentes reportados por ECOGAS.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
						drenaje ejecutado por terceros.			
12	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento en red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
13	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de acero de 6".	Gas natural.	Daño a línea. (Orificio)	Varilla de tierra física eléctrica instalada por tercero.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
14	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 4".	Gas natural.	Daño a línea.	Trabajos de tercero para la reparación de carpeta asfáltica sobre la vía pública.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
15	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Trabajos de tercero para la instalación de la red hidráulica nueva sobre la vía pública	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
16	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento de red general de drenaje ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
17	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de construcción de red de distribución ajena a Ecogas.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.
18	2019	Torreón, Coahuila.	Línea de polietileno de 2".	Gas natural.	Daño a línea.	Actividades de mantenimiento de red de drenaje pluvial ejecutado por terceros.	Sin afectación. Control y reparación inmediatos.	Control y reparación.	ECOGAS.

Fuente: ECOGAS, 2022.

Del análisis del histórico de accidentes e incidentes se puede observar que el evento principal son las pérdidas de contención de gas natural, las causas identificadas se pueden dividir en dos grupos principales siendo:

- Factores internos: Problemas durante el mantenimiento, fallo de dispositivos, errores humanos; etc.
- Factores externos: Golpes o daños originados por terceros.

Los eventos tienen como consecuencia fuga de gas natural con y sin ignición. Esto debe recalcar la importancia de contar con medidas preventivas y asegurar su correcto cumplimiento para evitar que se presenten los eventos generados por factores internos. En cuanto a los factores externos como lo son golpes externos, a pesar de no tener el control total para prevenir su ocurrencia es de suma importancia que el Plan de Respuesta a Emergencias contemple procedimientos claros y específicos de atención a eventos de fuga que ayuden a reducir el tiempo de atención y así la severidad de las consecuencias.

Para la prevención de los eventos identificados en el presente análisis ECOGAS cuenta con las siguientes medidas:

- Vigilancia del sistema de distribución.
- Señalización.
- Recorrido para el monitoreo y detección de fugas en el sistema de distribución.
- Monitoreo de intensidad de olor.
- Control de corrosión externa en tubería de acero enterrada.
- Inspección visual.
- Mantenimiento al sistema de regulación.
- Mantenimiento al sistema de medición.
- Mantenimiento al sistema de protección catódica.

La descripción a detalle de cada una se encuentra en el **Apartado 8.2** del presente estudio.

Las causas y consecuencias identificadas en este análisis se retomarán durante la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? para definir su nivel de riesgo asociado y establecer recomendaciones adicionales en caso de ser necesario.

4.1.3 Identificación de peligros y escenarios de riesgo.

Cada metodología de análisis de riesgos tiene sus fortalezas y debilidades, la selección de la metodología adecuada depende de los siguientes factores:

- Motivo del estudio: Esta categoría es la más importante, corresponde a cuál es el ímpetu para realizar el análisis.
- Información disponible: Hay dos condiciones que definen la información disponible, la primera es la etapa en el ciclo de vida en que se encuentra la instalación, y la segunda la calidad y actualización de la documentación.
- Resultados requeridos: Dependiendo del motivo del análisis, se debe definir el tipo de información requerida para satisfacer el objetivo del estudio.

Dadas las características del sistema y la etapa en que se encuentra en el ciclo de vida de las instalaciones (Ver **Tabla** 43), se consideró pertinente realizar la identificación de riesgos aplicando la metodología ¿Qué pasa sí…?.

Tabla 43 Usos típicos de metodologías de análisis de riesgos.

Ciclo de vida / Metodología recomendada	Revisión de seguridad.	Lista de Verificación	¿Qué pasa sí?	¿Qué pasa sí? / Lista de verificación	HAZOP	FMEA	FT	ET	CAA	HRA
Diseño conceptual		X	X	X						
Operación de planta piloto		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería a detalle.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción	X	X		X						X
Operación.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ampliación o modificación.	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Investigación de accidentes			X		X	X	X	X	X	X
Decomisionamiento	X	X	X	X						

FMEA: Análisis de modos de falla y efectos; FT: Árboles de falla; ET: Árboles de eventos; CAA: Análisis causa consecuencia; HRA: Análisis de confiabilidad humana.
Fuente: Guías para los procedimientos de evaluación de riesgos, 2da edición, CCPS.

A continuación, se realiza una descripción de la metodología empleada, premisas, consideraciones y sus resultados.

4.1.3.1 Descripción de la metodología.

La metodología de análisis ¿Qué pasa sí…? tiene el enfoque de una lluvia de ideas en la cual el grupo multidisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas o manifiesta preocupaciones acerca de posibles eventos indeseados.

El propósito de esta metodología es identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos de accidentes específicos que pueden producir una consecuencia indeseable. El grupo multidisciplinario identifica las posibles situaciones de accidente, sus consecuencias y las medidas de seguridad existentes, para así poder sugerir alternativas de reducción de riesgos.

El análisis ¿Qué pasa si…? es muy flexible, puede ser realizado en cualquier etapa de la vida del proceso usando la información que se tenga disponible.

En la **Figura 22** se muestra la secuencia para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí…?

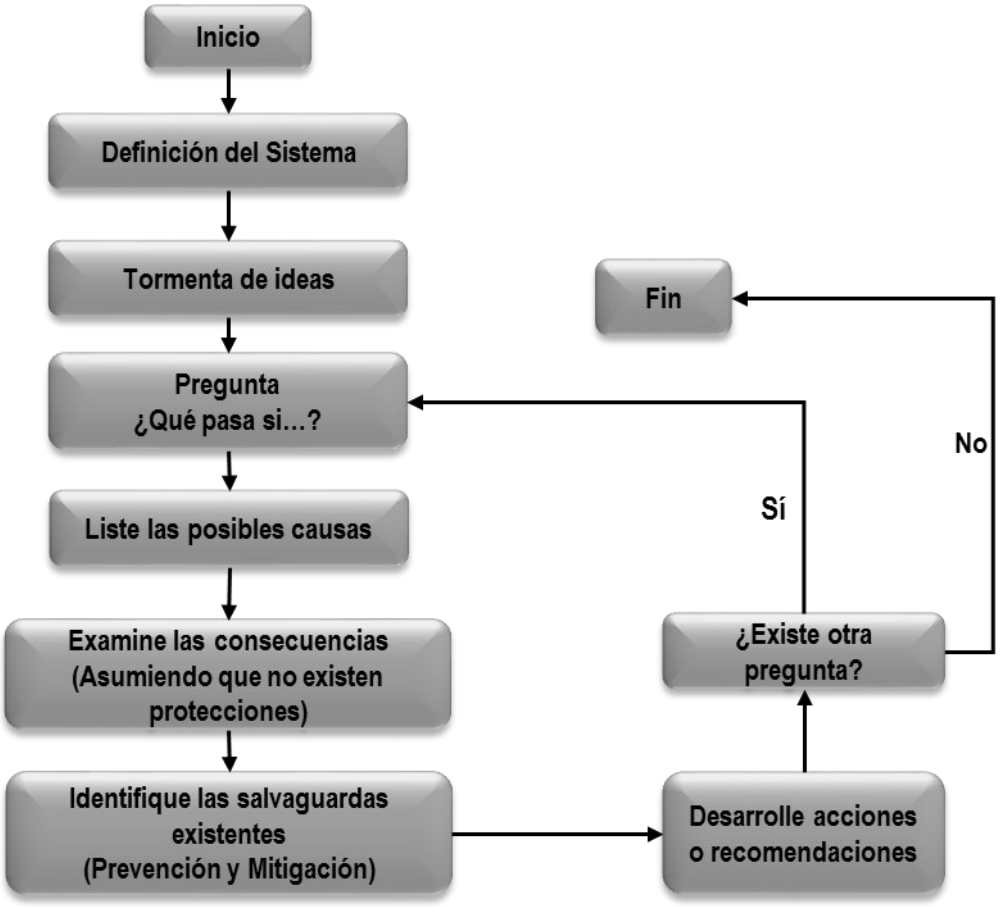


Figura 22 Diagrama de flujo para el desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí…?

4.1.3.2 Premisas, consideraciones y criterios aplicados.

Las premisas, consideraciones y criterios aplicados se enlistan a continuación:

- Se realizará el análisis de la infraestructura autorizada y la infraestructura adicional construida tomando en consideración los tramos principales de acero y polietileno ya que son los más representativos por sus condiciones de operación (presión y flujo), por lo que sus resultados podrán ser tomados como referencia para los ramales o tramos de servicios existentes e infraestructura proyectada.
- La selección de sistemas para la identificación de riesgos se definió utilizando como base la información proporcionada por ECOGAS (descripción del proyecto; censo de infraestructura construida y proyectada; planos con la trayectoria de ductos, condiciones operativas).
- Identificación de causas únicamente dentro del sistema que se esté analizando; exceptuando límites del sistema analizado.
- Identificación de consecuencias en cualquier sección del proyecto.

- Se identificaron consecuencias que inciden directamente en daños al personal, efecto en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daños a la instalación. En los casos en los que se identificaron consecuencias sin afectación se indicaron como: sin consecuencias para la seguridad.
- Los fallos de salvaguardas no se consideran una causa.

4.1.3.3 Desarrollo de la metodología.

El desarrollo de la identificación de riesgos mediante la metodología ¿Qué pasa sí…?, se llevó a cabo los días 15 y 16 de marzo de 2022 vía remota, para esto se integró un grupo multidisciplinario conformado por personal de las diferentes áreas operativas del SDGN La Laguna y personal especialista en la conducción de la técnica de identificación de INERCO, quedando integrado como se muestra a continuación:

Tabla 44 Integrantes del grupo multidisciplinario.

Nombre	Área	Compañía
Tirso Ernesto Robles Azuara	Gerente de construcción e ingeniería.	ECOGAS
Mario Perea Hernández	Subgerente de ingeniería.	ECOGAS
Mario Alberto Lila Sandoval	Ejecutor de medio ambiente y calidad.	ECOGAS
Andrea Porras Carrasco	Gerente de regulación ambiental y social.	ECOGAS
Héctor Baca Barrio	Supervisor de ingeniería.	ECOGAS
José Alonso Garza Martínez	Gerente de operación y mantenimiento.	ECOGAS
Ariana Martínez	Supervisor ambiental y social.	ECOGAS
José Alberto Pérez Osorio	Líder ¿Qué pasa sí…?	INERCO
Fernanda Ortiz Morales	Analista de Riesgos	INERCO

Por la dimensión de la red de distribución, esta se dividió en once (11) sistemas, quedando como se muestra en la tabla:

Tabla 45 Sistemas analizados.

Código de color	Sistema	Descripción	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Diagrama de referencia
	Sistema 1	City Gate Las Huertas	City Gate Las Huertas	**No autorizado**	Plano de Tubería e Instrumentación City Gate Las Huertas Revisión 01

Tabla 45 Sistemas analizados.

Código de color	Sistema	Descripción	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Diagrama de referencia
	Sistema 2	Tramo principal de acero de 16" Ø.	Tramo Huerta-Cemex	Autorizado*	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 3	Tramo principal de acero de 12" Ø.	Tramo Las Huertas- Terminal Laguna	Autorizado*	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 4	Tramo principal de acero de 8" Ø.	Tramo Cemex – Peñoles	Autorizado*	Sistema compuesto de infraestructura
			Tramo Terminal Laguna ADM	Autorizado*	
			Tramo Terminal Laguna - Peñoles	**No autorizado**	
	Sistema 5	Tramos principales de acero de 6" Ø.	Tramo Ferropuertos-John Deere	Autorizado*	Sistema compuesto de infraestructura
			Tramo Cemex - Peñoles	Autorizado*	
			Tramo Miguel Alemán	**No autorizado**	
			Tramo Independencia	Autorizado*	
			Tramo Revolución	Autorizado*	
			Tramo Ejército Mexicano - Gómez Palacio	**No autorizado**	
	Sistema 6	Tramos principales de acero de 4" Ø.	Tramo Ferropuertos-John Deere	Autorizado*	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 7	Estaciones de Regulación Distritales.	ER#2, ER#8	Autorizado*	Estación de Regulación Distrital Tipo
			ER#1, ER#3, ER#4, ER#5, ER#6, ER#7, ER#9, ER#10, ER#11, ER#12, ER#13, ER#14, ER#15, ER#16.	**No autorizado**	
	Sistema 8	Tramos de polietileno de 6" Ø.	Ductos de polietileno de 6" Ø.	**No autorizado**	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 9	Tramos de polietileno de 4" Ø.	Ductos de polietileno de 4" Ø.	**No autorizado**	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 10	Tramos de polietileno de 3" Ø.	Ductos de polietileno de 3" Ø.	**No autorizado**	Sistema compuesto de infraestructura
	Sistema 11	Tramos de polietileno de 2" Ø.	Ductos de polietileno de 2" Ø.	**No autorizado**	Sistema compuesto de infraestructura

*Autorizado mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

Como apoyo en la aplicación de la técnica, el alcance de cada sistema fue identificado en los planos mediante un código de colores, de acuerdo con lo señalado en la **Tabla 45**. En el **Anexo G** están incluidos los planos de referencia; mismos que fueron proporcionados al personal participante en las sesiones de identificación y jerarquización de riesgos.

La documentación del análisis ¿Qué pasa sí…? se realizó en el programa PHA Works. El formato utilizado se muestra en la **Figura 23**.



Figura 23 Formato de documentación ¿Qué pasa sí...?

Para el llenado de la información solicitada en el formato de ¿Qué pasa sí…?, se consideraron las siguientes definiciones:

Tabla 46. Términos de la hoja de trabajo ¿Qué pasa sí...?

Termino	Definición
Sistema:	Sección o partes funcionales, claramente localizados, en los cuales se divide un proceso para ser analizado, a efecto de determinar e identificar los riesgos a los procesos de forma metódica y sencilla.
Intención:	Representa las características o función para la cual fue diseñado el proceso o sistema.
Interrogante:	Tiene la intención de motivar el análisis, casi siempre inicia con la frase ¿Qué pasa sí…?
Causa:	Indica la causa para que se pueda generar el evento descrito en la interrogante.
Consecuencia:	Resultados o afectaciones, por la presencia del evento descrito en la interrogante.
Salvaguardas:	Representan las bondades y flexibilidad del proceso con fundamento en sistemas de ingeniería o controles administrativos, que previenen las causas o reducen las consecuencias.
Recomendaciones:	Representan las adecuaciones en materia de ingeniería, cambios en la filosofía del proceso, derivadas del consenso multidisciplinario.
Responsable	Personal o área encargada de implementar las recomendaciones.

El formato de trabajo también incluye las columnas “F” de frecuencia y “C” correspondiente a la severidad de las consecuencias en los rubros evaluados (daño al personal, efecto en la población, impacto ambiental y pérdida de producción/daño a la instalación).

El riesgo inherente (RI) consiste en definir la frecuencia y consecuencia sin acción de las salvaguardas; en tanto que el riesgo operativo (RO) contempla la influencia de salvaguardas en acción plena.

Las hojas de trabajo de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa si...? se encuentran en el **Anexo G**.

Cada par causa consecuencia identificado y documentado mediante la aplicación de la técnica ¿Qué pasa sí…? conforma un escenario de riesgo, integrando un catálogo de ciento treinta y dos (132) escenarios listados en el **Anexo G**.

La clave asignada a cada escenario está formada por cuatro (04) caracteres, el primer dígito se refiere al número de sistema analizado, el segundo dígito corresponde a la interrogante, el tercer número a la causa y el cuarto número a su consecuencia.

4.1.4 Jerarquización de escenarios de riesgo.

El riesgo es definido como el producto de la frecuencia de ocurrencia de un evento por la magnitud de sus consecuencias, partiendo de esta definición para clasificar los riesgos identificados con metodología ¿Qué pasa sí…? se empleó la matriz de riesgo de ECOGAS incluida en el procedimiento interno "Procedimiento de Análisis de Riesgo" Rev. 0, y mostrada a continuación.

Frecuencia \ Consecuencia	1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A
5	C	C	B	B	A	A
4	D	C	C	B	B	A
3	D	C	C	C	B	A
2	D	D	C	C	C	B
1	D	D	D	D	C	C

Fuente: Procedimiento de Análisis de Riesgo, Manual SASISOPA Sección 4.2. ECOGAS, 2019

Figura 24 Matriz de jerarquización de riesgos.

Esta matriz considera seis (06) categorías de frecuencia y seis (06) categorías de severidad de las consecuencias, mismas que se describen en la **Tabla 47** y **Tabla** 48 respectivamente.

Tabla 47 Categorías de frecuencia.

Clasificación	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia / año
F6	Muy Frecuente	Ocurre una o más veces en un año	≥ 1.0 (≥1x100)
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años	>0.2 a ≤1.0 (>2x10-1 a ≤1x100)
F4	Poco Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	>0.1 a ≤0.2 (>1x10-1 a ≤2x10-1)

Tabla 47 Categorías de frecuencia.

Clasificación	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia / año
F3	Raro	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	>0.01 a ≤0.1 (>1x10-2 a ≤1x10-1)
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación.	>0.001 a ≤0.01 (>1x10-3 a ≤1x10-2)
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro	>0.0001 a ≤0.001 (>1x10-4 a ≤1x10-3)

Fuente: Procedimiento de Análisis de Riesgo, Manual SASISOPA Sección 4.2. ECOGAS, 2019

Tabla 48 Categoría de consecuencias.

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera dos de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500´000,000	>500´000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentas fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50´000,000 a 500´000,000	>50´000,000 a 500´000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generar de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	5´000,000 a 50´000,000	5´000,000 a 50´000,000

Tabla 48 Categoría de consecuencias.

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora	>500,000 a 5´000,000	>500,000 a 5´000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

Fuente: Procedimiento de Análisis de Riesgo, Manual SASISOPA Sección 4.2. ECOGAS, 2019.

4.1.4.1 Premisas, consideraciones y criterios aplicados.

Para la jerarquización de riesgos se consideró lo siguiente:

- La jerarquización de riesgos se realizó con base en la experiencia del grupo multidisciplinario y la ocurrencia de eventos registrados en el histórico de incidentes y accidentes ocurridos en el sistema.
- Se evaluaron cuatro rubros de afectación: personal, población, impacto ambiental y pérdida de producción/daño a la instalación.
- Para la ponderación de riesgos se aplicó la técnica matricial, empleando las categorías de frecuencias y consecuencias, así como la matriz de riesgos de ECOGAS.

4.1.4.2 Resultados de la jerarquización de escenarios de riesgos.

Los ciento treinta y dos (132) escenarios de riesgo identificados mediante ¿Qué pasa sí…?, fueron valorados en primera instancia sin considerar las salvaguardas (riesgo inherente), y como paso posterior se realizó la valoración considerando las salvaguardas en acción plena (riesgo operativo), la jerarquización de cada escenario se encuentra incluida en el **Anexo G**, a continuación, se presenta el resumen de resultados.

Jerarquización del riesgo inherente.

La **Figura 25** muestra la distribución de escenarios identificados en cada rubro evaluado sin considerar la acción de las salvaguardas.

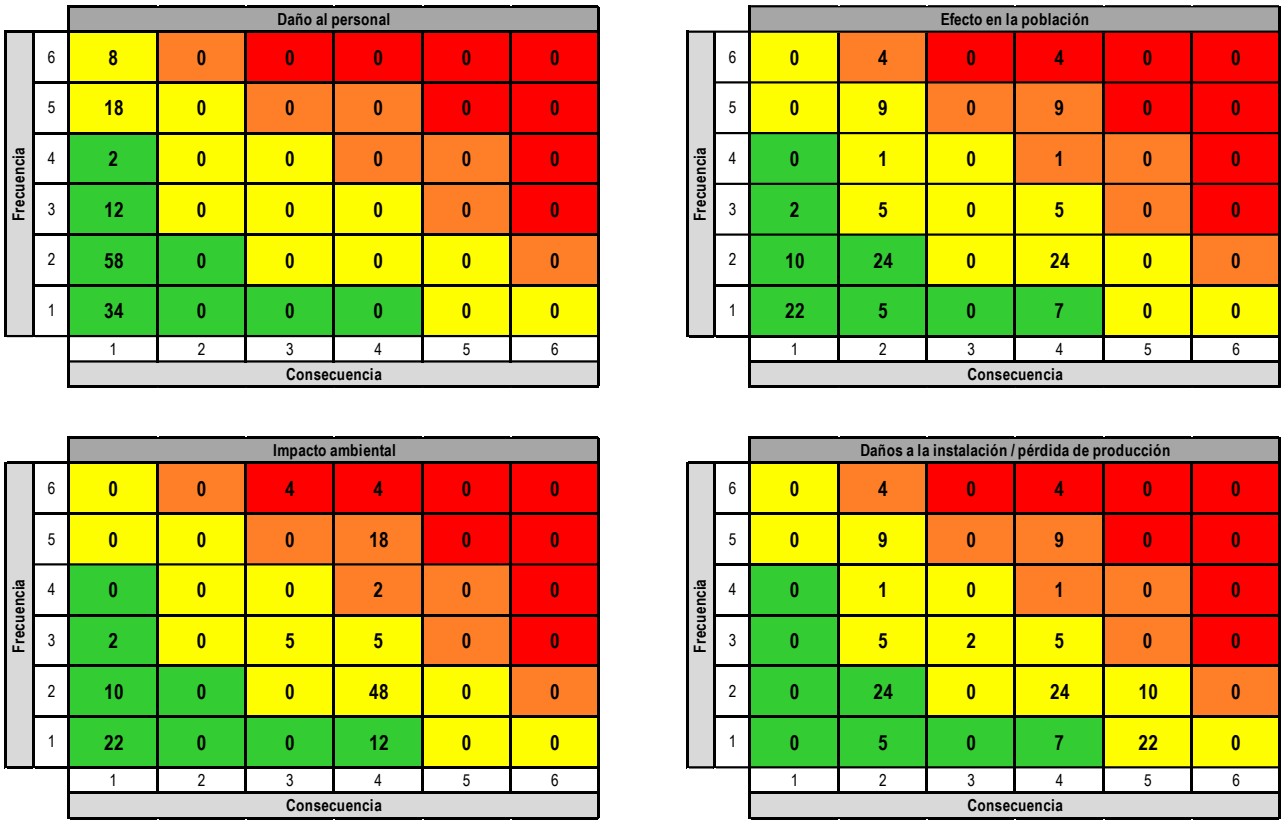


Figura 25 Distribución de escenarios de riesgo inherente.

En la **Tabla** 49 se presenta el número de escenarios de riesgo para cada receptor, así como su correspondiente porcentaje, para cada una de las regiones de riesgo.

Tabla 49 Agrupación de escenarios de riesgo inherente.

Rubro	Región de Riesgo Inherente				Total
	A	B	C	D	
Daño al personal	0	0	26	106	132
	0%	0%	20%	80%	100%
Efecto en la población	4	14	44	70	132
	3%	11%	33%	53%	100%
Impacto ambiental	8	20	58	46	132
	6%	15%	44%	35%	100%
Daños a la instalación / pérdida de producción	4	14	78	36	132
	3%	11%	59%	27%	100%

En la **Figura 26** se presentan gráficamente la proporción de las regiones de riesgo para cada uno de los receptores evaluados.

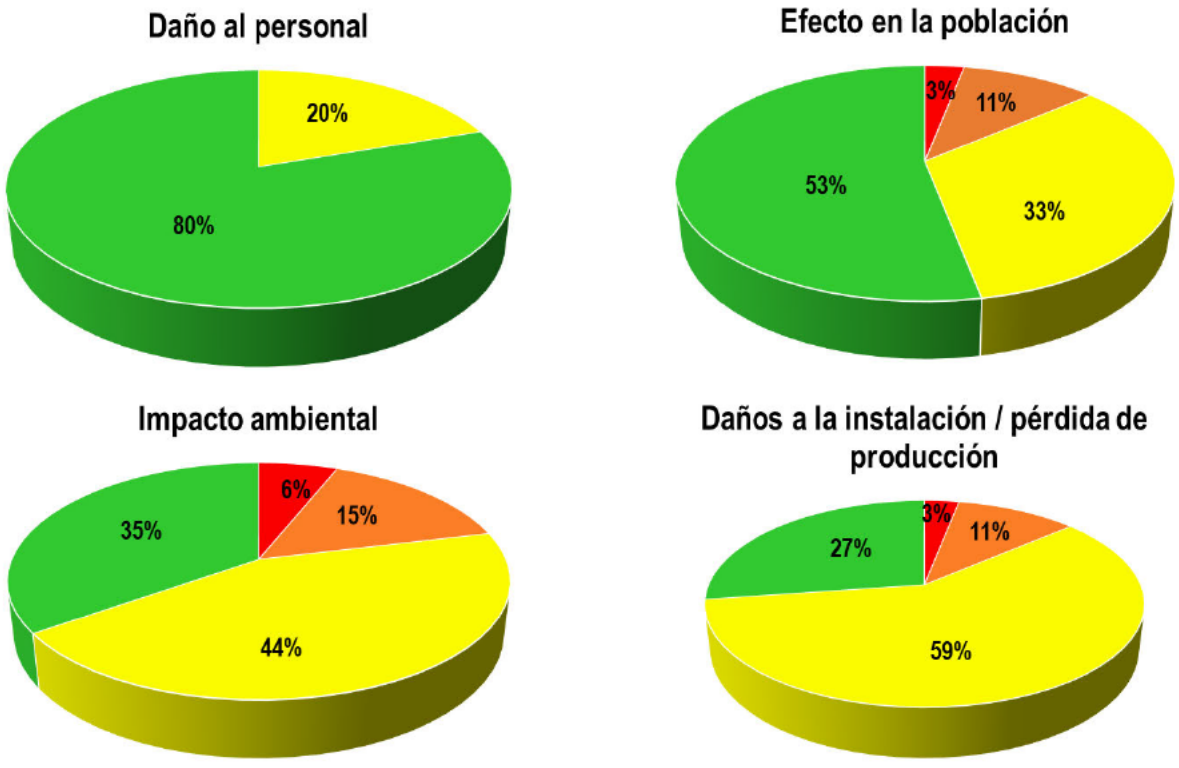


Figura 26 Gráficas de escenarios de riesgo inherente por receptor evaluado.

Como se puede observar en los gráficos anteriores, tres de los cuatro rubros evaluados (población, ambiente y producción) presentan escenarios de riesgo inherente no tolerable (Tipo A) e indeseable (Tipo B), esto debido a las características de inflamabilidad que presenta el gas natural y a la clase de localización del sistema de distribución.

Jerarquización del riesgo operativo.

A partir de la ponderación de riesgos asignada considerando el efecto de las salvaguardas, lo cual fue realizado de manera cualitativa por el grupo multidisciplinario, en la **Figura 27** se presenta la distribución de escenarios por rubro evaluado.

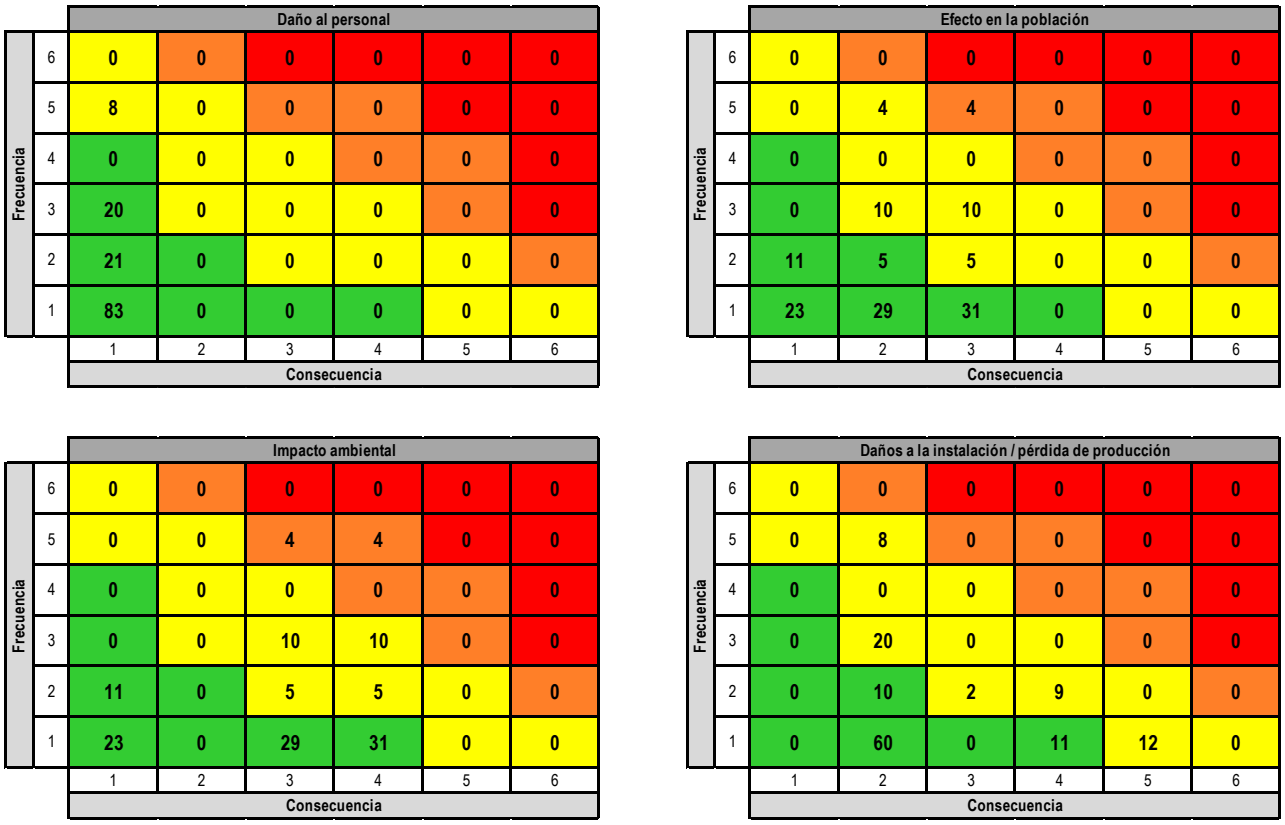


Figura 27 Distribución de escenarios de riesgo operativo.

La agrupación de los escenarios de riesgo, se muestra en la **Tabla** 50.

Tabla 50 Agrupación de escenarios de riesgo operativo.

Rubro	Región de Riesgo Operativo				Total
	A	B	C	D	
Daño al personal	0	0	8	124	132
	0%	0%	6%	94%	100%
Efecto en la población	0	4	29	99	132
	0%	3%	22%	75%	100%
Impacto ambiental	0	8	30	94	132
	0%	6%	23%	71%	100%
Daños a la instalación / pérdida de producción	0	0	51	81	132
	0%	0%	39%	61%	100%

En la **Figura 28** se presentan gráficamente la proporción de las regiones de riesgo.

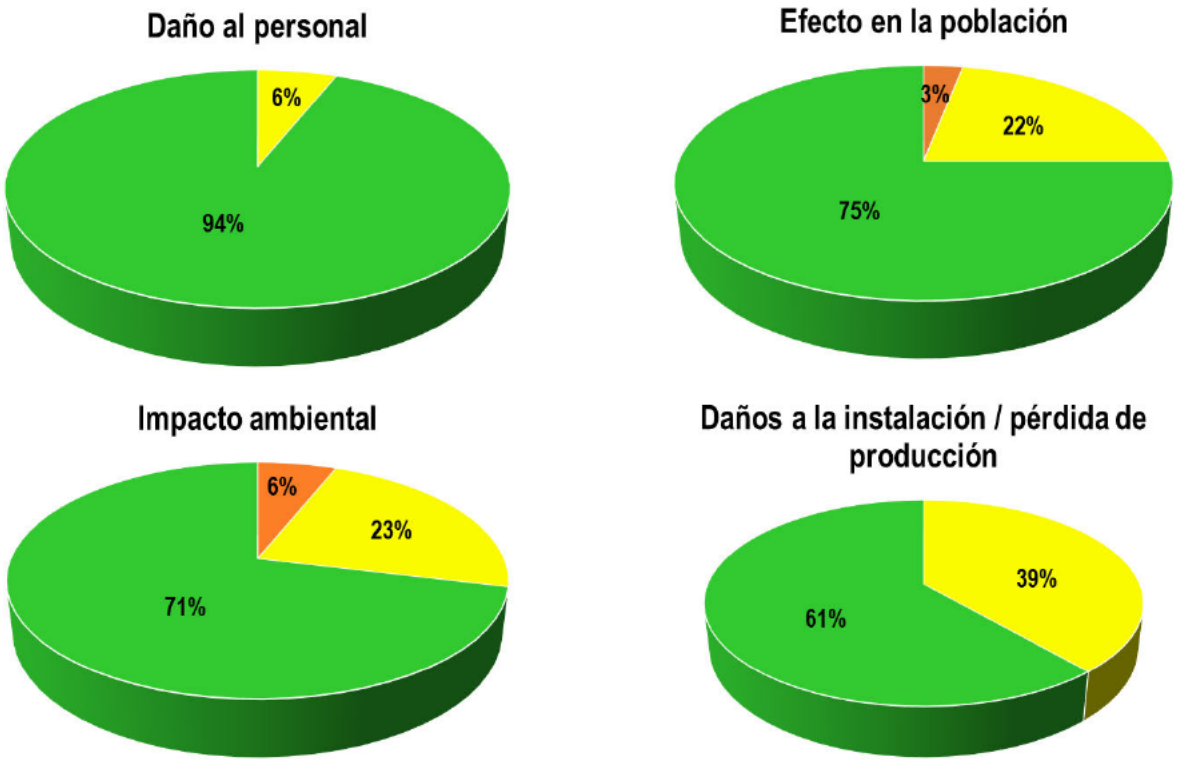


Figura 28 Gráficas de escenarios de riesgo inherente por receptor evaluado.

En el gráfico anterior se puede observar que; una vez evaluados los escenarios con la acción de las salvaguardas, los rubros de impacto a la población y ambiente permanecen con escenarios de riesgo indeseable (Tipo B), estos están asociados a eventos de golpe externo a tubería de polietileno, por lo que se estableció la siguiente recomendación: “Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS.”

4.2 Análisis cuantitativo de riesgo.

De los ciento treinta y dos (132) escenarios identificados con la metodología ¿Qué asa sí?, noventa y uno (91) están asociados a la liberación de gas natural, por esta razón y sus potenciales consecuencias a la seguridad, se optó por evaluarlos mediante técnicas de análisis cuantitativo.

Posterior a la selección escenarios, se agruparon de acuerdo con las características de evaluación similares, generándose así una serie de eventos.

La **Tabla** 51 muestra la relación de escenarios seleccionados para el análisis cuantitativo agrupados por evento. La clave asignada corresponde a la letra E (Evento), seguida de un número consecutivo. La tabla también muestra la clave de los escenarios asociados, tipo de caso y su nivel de riesgo inherente.

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E01	1.3.1.1, 1.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo (Golpe con vehículo, vandalismo, labores de mantenimiento por parte de CENAGAS o PEMEX).	D	1. City Gate Las Huertas.	City Gate Las Huertas.	**No autorizado**	Gas natural
E02	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.5.1.1, 1.5.1.2	Fuga por un orificio de 2" en tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	B	1. City Gate Las Huertas.	City Gate Las Huertas.	**No autorizado**	Gas natural
E03	2.1.1.1, 2.1.1.2	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	2. Ductos de acero de 16" Ø.	Tramo Huerta-Cemex.	Autorizado*	Gas natural
E04	2.2.1.1, 2.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	C	2. Ductos de acero de 16" Ø.	Tramo Huerta-Cemex.	Autorizado*	Gas natural
E05	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.5.1.1	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	B	2. Ductos de acero de 16" Ø.	Tramo Huerta-Cemex.	Autorizado*	Gas natural
E06	3.1.1.1, 3.1.1.2	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	3. Ductos de acero de 12" Ø.	Tramo Las Huertas- Terminal Laguna.	Autorizado*	Gas natural

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E07	3.2.1.1, 3.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	C	3. Ductos de acero de 12" Ø.	Tramo Las Huertas- Terminal Laguna.	Autorizado*	Gas natural
E08	3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.5.1.1	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	B	3. Ductos de acero de 12" Ø.	Tramo Las Huertas- Terminal Laguna.	Autorizado*	Gas natural
E09	4.1.1.1, 4.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	4. Ductos de acero de 8" Ø	Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Terminal Laguna ADM.	Autorizado*	
					Tramo Terminal Laguna - Peñoles.	**No autorizado**	
E10	4.2.1.1, 4.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	C	4. Ductos de acero de 8" Ø	Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Terminal Laguna ADM.	Autorizado*	
					Tramo Terminal Laguna - Peñoles.	**No autorizado**	
E11	4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	B	4. Ductos de acero de 8" Ø	Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Terminal Laguna ADM.	Autorizado*	
					Tramo Terminal Laguna - Peñoles.	**No autorizado**	

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E12	5.1.1.1, 5.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	5. Ductos de acero de 6" Ø.	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	
					Tramo Miguel Alemán.	**No autorizado**	
					Tramo Independencia.	Autorizado*	
					Tramo Revolución.	Autorizado*	
					Tramo Ejército Mexicano - Gómez Palacio.	**No autorizado**	
E13	5.2.1.1, 5.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	C	5. Ductos de acero de 6" Ø.	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	
					Tramo Miguel Alemán.	**No autorizado**	
					Tramo Independencia.	Autorizado*	
					Tramo Revolución.	Autorizado*	
					Tramo Ejército Mexicano - Gómez Palacio.	**No autorizado**	
E14	5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	B	5. Ductos de acero de 6" Ø.	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural
					Tramo Cemex - Peñoles.	Autorizado*	
					Tramo Miguel Alemán.	**No autorizado**	
					Tramo Independencia.	Autorizado*	
					Tramo Revolución.	Autorizado*	
					Tramo Ejército Mexicano - Gómez Palacio.	**No autorizado**	
E15	6.1.1.1, 6.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	6. Ductos de acero de 4" Ø	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E16	6.2.1.1, 6.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	C	6. Ductos de acero de 4" Ø	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural
E17	6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.5.1.1	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	B	6. Ductos de acero de 4" Ø	Tramo Ferropuertos-John Deere.	Autorizado*	Gas natural
E18	7.1.1.1, 7.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	C	7. Estaciones de Regulación y Medición Distritales.	ER#2, ER#8	Autorizado*	Gas natural
					ER#1, ER#3, ER#4, ER#5, ER#6, ER#7, ER#9, ER#10, ER#11, ER#12, ER#13, ER#14, ER#15, ER#16.	**No autorizado**	
E19	7.3.1.1, 7.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.	B	7. Estaciones de Regulación y Medición Distritales.	ER#2, ER#8	Autorizado*	Gas natural
					ER#1, ER#3, ER#4, ER#5, ER#6, ER#7, ER#9, ER#10, ER#11, ER#12, ER#13, ER#14, ER#15, ER#16.	**No autorizado**	

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E20	7.4.1.1, 7.4.1.2, 7.5.1.1, 7.5.1.2	Fuga por un orificio de 0,80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	B	7. Estaciones de Regulación y Medición Distritales.	ER#2, ER#8	Autorizado*	Gas natural
					ER#1, ER#3, ER#4, ER#5, ER#6, ER#7, ER#9, ER#10, ER#11, ER#12, ER#13, ER#14, ER#15, ER#16.	**No autorizado**	
E21	8.1.1.1, 8.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	C	8. Ductos de polietileno de 6" Ø.	Ductos de polietileno de 6" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E22	8.2.1.1, 8.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	A	8. Ductos de polietileno de 6" Ø.	Ductos de polietileno de 6" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E23	8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.4.1.1, 8.4.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	C	8. Ductos de polietileno de 6" Ø.	Ductos de polietileno de 6" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E24	9.1.1.1, 9.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	C	9. Ductos de polietileno de 4" Ø.	Ductos de polietileno de 4" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E25	9.2.1.1, 9.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	A	9. Ductos de polietileno de 4" Ø.	Ductos de polietileno de 4" Ø.	**No autorizado**	Gas natural

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E26	9.3.1.1, 9.3.1.2, 9.4.1.1, 9.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	C	9. Ductos de polietileno de 4" Ø.	Ductos de polietileno de 4" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E27	10.1.1.1, 10.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	C	10. Ductos de polietileno de 3" Ø.	Ductos de polietileno de 3" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E28	10.2.1.1, 10.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	A	10. Ductos de polietileno de 3" Ø.	Ductos de polietileno de 3" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E29	10.3.1.1, 10.3.1.2, 10.4.1.1, 10.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	C	10. Ductos de polietileno de 3" Ø.	Ductos de polietileno de 3" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E30	11.1.1.1, 11.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	C	11. Ductos de polietileno de 2" Ø.	Ductos de polietileno de 2" Ø.	**No autorizado**	Gas natural
E31	11.2.1.1, 11.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	A	11. Ductos de polietileno de 2" Ø.	Ductos de polietileno de 2" Ø.	**No autorizado**	Gas natural

Tabla 51 Escenarios de riesgo seleccionados para el análisis cuantitativo.

No.	Clave del escenario asociado	Descripción de escenario identificado	Nivel de riesgo inherente	Identificación del nodo o sistema	Infraestructura representativa	Estatus de autorización	Sustancia involucrada
E32	11.3.1.1, 11.3.1.2, 11.4.1.1, 11.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	C	11. Ductos de polietileno de 2" Ø.	Ductos de polietileno de 2" Ø.	**No autorizado**	Gas natural

*Autorizado mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-008168.

4.2.1 Análisis de frecuencias.

El análisis cuantitativo de frecuencias se realizó con la metodología árboles de eventos, esto para poder determinar la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de cada tipo de consecuencia esperada. La descripción de la metodología, premisas, consideraciones, desarrollo y resultados se presentan a continuación.

4.2.1.1 Descripción de la metodología.

Esta metodología proporciona un análisis de la evolución de los posibles eventos o salidas, además de una estimación de la probabilidad de cada evento. Los dos factores principales que definen la secuencia en el árbol de eventos para la liberación de sustancias inflamables son la probabilidad de ignición y la frecuencia de fallo inicial.

El árbol de eventos es un método que describe de forma cuantitativa la evaluación de un suceso iniciador hasta sus consecuencias finales (Ver **Figura 29**).

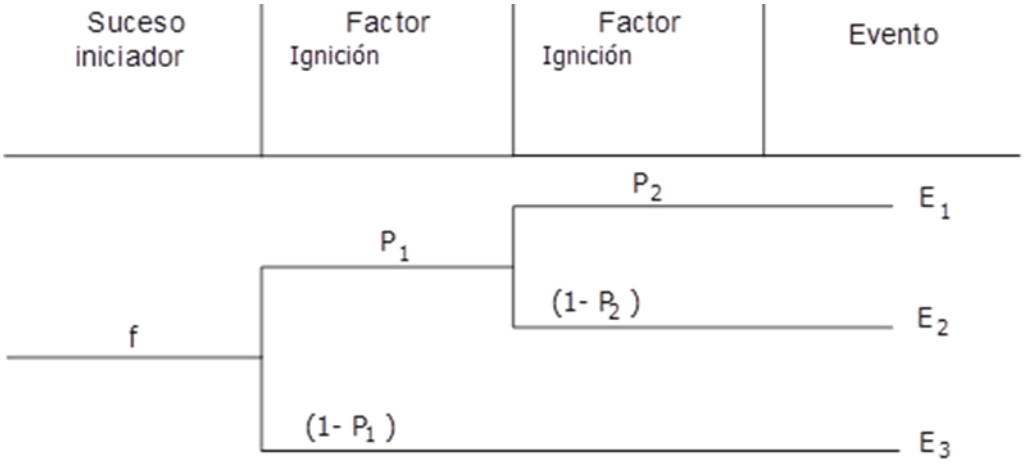


Figura 29 Diagrama tipo de árbol de eventos.

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
f_{Ei} = frecuencia del evento E_i, con
$f_{E1} = f \cdot P_1 \cdot P_2$
$f_{E2} = f \cdot P_1 \cdot (1-P_2)$
$f_{E3} = f \cdot (1-P_1)$

Partiendo del fallo inicial y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias que conducen a las posibles consecuencias. La construcción y evaluación del árbol comienza por la identificación de los factores condicionantes y sus probabilidades de ocurrencia (éxito/fallo). A continuación, se colocan cada uno de los "N" factores identificados 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).

Determinación de la probabilidad de los sucesos.

Probabilidad de ignición inmediata (*early ignition*): Para determinar la probabilidad de ignición inmediata se han tenido en cuenta los criterios indicados en el Apartado 3.4.6.6.- Probabilidad de ignición inmediata, Modulo B del *Reference Manual Bevi Assessments*.

Tabla 52. Probabilidad de ignición inmediata para instalaciones fijas.

Categoría de la sustancia	Fuente continua	Fuente instantánea	Probabilidad de ignición Inmediata
Categoría 0 Alta / media reactividad	< 10 kg/s	< 1000 kg	0,2
	10 – 100 kg/s	1000 – 10.000 kg	0,5
	> 100 kg/s	> 10.000 kg	0,7
Categoría 0 Baja reactividad	< 10 kg/s	< 1000 kg	0,02
	10 – 100 kg/s	1000 – 10.000 kg	0,04
	> 100 kg/s	> 10.000 kg	0,09
Categoría 1	Todos los caudales	Todas las cantidades	0,065
Categoría 2	Todos los caudales	Todas las cantidades	0,01
Categoría 3 y 4	Todos los caudales	Todas las cantidades	0

Fuente: Apartado 3.4.6.6 – *Probability of direct ignition, Module B, Reference Manual Bevi Assessments*

Categoría 0 (Extremadamente inflamable):

- Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 0º C y cuyo punto de ebullición (o cuando se trate de una gama de ebulliciones, el punto de ebullición inicial) a presión normal sea inferior o igual a 35ºC – enunciado de riesgo R12, primer guion.
- Gases inflamables al contacto con el aire a temperatura y presión ambientales – enunciado de riesgo R12, segundo guión – que estén en estado gaseoso o supercrítico).
- Sustancias y preparados líquidos inflamables y muy inflamables mantenidos a una temperatura superior a su punto de ebullición.

Categoría 1 (Muy inflamable):

- Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 21ºC y que no sean extremadamente inflamables – enunciado de riesgo R11, segundo guion.
- Sustancias y preparados que pueden calentarse y llegar a inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin ningún tipo de energía añadida – enunciado de riesgo R17.

Categoría 2 (Inflamable):

- Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea igual o superior a 21ºC e inferior o igual a 55ºC – enunciado de riesgo R10 – y que mantengan la combustión).

Categoría 3:

- Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea superior a 55ºC e inferior o igual a 100ºC.

Categoría 4:

- Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de inflamación sea superior a 100ºC.

Probabilidad de ignición retardada (*late ignition*): Para determinar la probabilidad de ignición retardada se toma en cuenta la existencia de fuentes de ignición dentro del alcance máximo del límite inferior de inflamabilidad (LEL) correspondiente.

Tabla 53. Probabilidad de ignición retardada para instalaciones fijas.

Situación de la fuga	Probabilidad de ignición retardada
Alcance instalaciones de proceso adyacente	0,5
Alcance la antorcha	1

Fuente: Apartado 2.2.-*Table 1. Probability of ignition of a flammable cloud during a time window of one minute for a number of sources, Module B, Reference Manual Bevi Assessments*

En caso de ignición retardada, la probabilidad de que se produzca una explosión de la nube bajo cierto grado de confinamiento es del 40 %, mientras que la probabilidad de que ocurra una llamarada sin efectos de sobrepresión es del 60%, conforme a los criterios del *Reference Manual Bevi Risk Assessments* (Modulo B, apartado 3.4.6.9.- *Explosion fraction*).

Si no se produce la ignición de la sustancia, esta se desplazará en dirección del viento dominante, pudiendo generando una dispersión en la atmosfera.

La **Figura 30** muestra un diagrama representativo de árbol de eventos.

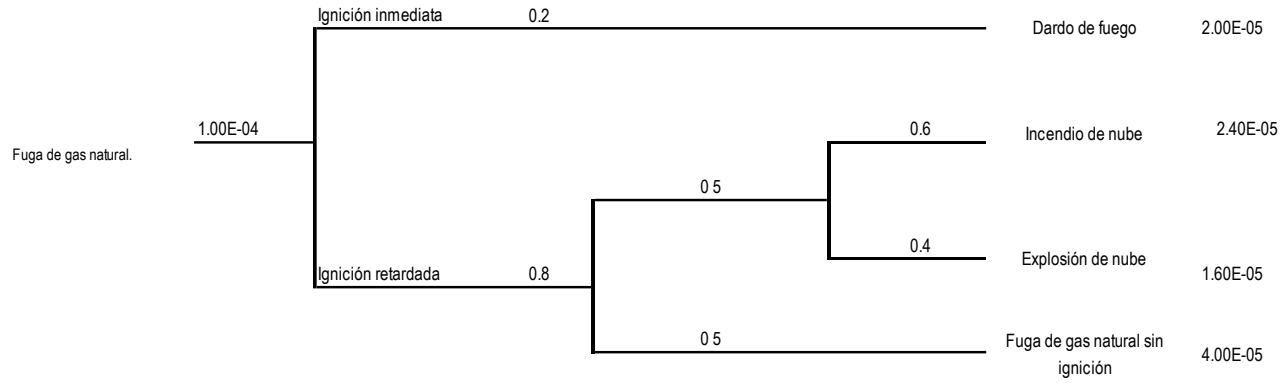


Figura 30 Diagrama de árbol de eventos.

4.2.1.2 Premisas, consideraciones y criterios aplicados.

Las premisas y criterios aplicados en la elaboración de árboles de eventos se describen a continuación:

- Para calcular la frecuencia inicial de los eventos, se utilizaron datos genéricos que proceden del "Apartado 3.8 Ductos, Módulo C del *Reference Manual Bevi Assessments*"
- Para determinar la probabilidad de ignición inmediata se aplicaron los criterios indicados en el "Apartado 3.4.6.6.- Probabilidad de ignición inmediata, Modulo B del *Reference Manual Bevi Assessments*.
- Para determinar la probabilidad de ignición retardada se tomó en cuenta la existencia o no de fuentes de ignición dentro del límite inferior de inflamabilidad (LEL).

4.2.1.3 Desarrollo de la metodología.

La **Tabla** 54 presenta, a manera de resumen, los resultados generados de la aplicación de la metodología árboles de eventos. La tabla incluye la frecuencia de fallo inicial, frecuencia de ignición retardada y frecuencia de dispersión (fuga sin ignición).

La infraestructura del SDGN La Laguna aplicable a cada evento se encuentra en la **Tabla** 51.

Las hojas de trabajo de la aplicación de la metodología se encuentran en el **Anexo H** para su consulta.

Tabla 54. Frecuencias de ocurrencia de los eventos analizados.

Clave	Escenario de riesgo asociado.	Descripción del evento	Frecuencias de fallo inicial	Frecuencia de ignición inmediata	Frecuencia de ignición retardada		Frecuencia de dispersión
				Dardo de fuego	Incendio de nube	Explosión	
E01	1.3.1.1, 1.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo (Golpe con vehículo, vandalismo, labores de mantenimiento por parte de CENAGAS o PEMEX).	1.00 E-06 oc/año	7.00 E-07 oc/año **(F1)**	9.00 E-08 oc/año **(F1)**	6.00 E-08 oc/año **(F1)**	1.50 E-07 oc/año **(F1)**
E02	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.5.1.1, 1.5.1.2	Fuga por un orificio de 2" en tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	5.00 E-06 oc/año	2.50 E-06 oc/año **(F1)**	7.50 E-07 oc/año **(F1)**	5.00 E-07 oc/año **(F1)**	1.25 E-06 oc/año **(F1)**
E03	2.1.1.1, 2.1.1.2	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	5.00 E-04 oc/año **(F1)**	1.50 E-04 oc/año **(F1)**	1.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.50 E-04 oc/año **(F1)**
E04	2.2.1.1, 2.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	2.01 E-03 oc/año	1.41 E-03 oc/año **(F1)**	1.81 E-04 oc/año **(F1)**	1.21 E-04 oc/año **(F1)**	3.20 E-04 oc/año **(F1)**
E05	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.5.1.1	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	1.01 E-02 oc/año	5.03 E-03 oc/año **(F2)**	1.51 E-03 oc/año **(F2)**	1.01 E-03 oc/año **(F2)**	2.51 E-03 oc/año **(F2)**
E06	3.1.1.1, 3.1.1.2	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	5.00 E-04 oc/año **(F1)**	1.50 E-04 oc/año **(F1)**	1.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.50 E-04 oc/año **(F1)**
E07	3.2.1.1, 3.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	6.12 E-04 oc/año	4.28 E-04 oc/año **(F1)**	5.51 E-05 oc/año **(F1)**	3.67E-05 oc/año **(F1)**	9.18 E-05 oc/año **(F1)**
E08	3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.5.1.1	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	3.06 E-03 oc/año	6.12 E-04 oc/año **(F1)**	7.34 E-04 oc/año **(F1)**	4.89 E-04 oc/año **(F1)**	1.22 E-03 oc/año **(F2)**
E09	4.1.1.1, 4.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	2.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.40 E-04 oc/año **(F1)**	1.60 E-04 oc/año **(F1)**	4.00 E-04 oc/año **(F1)**

Tabla 54. Frecuencias de ocurrencia de los eventos analizados.

Clave	Escenario de riesgo asociado.	Descripción del evento	Frecuencias de fallo inicial	Frecuencia de ignición inmediata	Frecuencia de ignición retardada		Frecuencia de dispersión
				Dardo de fuego	Incendio de nube	Explosión	
E10	4.2.1.1, 4.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	1.32 E-03 oc/año	6.62 E-04 oc/año **(F1)**	1.99 E-04 oc/año **(F1)**	1.32 E-04 oc/año **(F1)**	3.31 E-04 oc/año **(F1)**
E11	4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	6.62 E-03 oc/año	1.32 E-03 oc/año **(F2)**	1.59 E-03 oc/año **(F2)**	1.06 E-03 oc/año **(F2)**	2.65 E-03 oc/año **(F2)**
E12	5.1.1.1, 5.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	2.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.40 E-04 oc/año **(F1)**	1.60 E-04 oc/año **(F1)**	4.00 E-04 oc/año **(F1)**
E13	5.2.1.1, 5.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	1.59 E-03 oc/año	7.94 E-04 oc/año **(F1)**	2.38 E-04 oc/año **(F1)**	1.59 E-04 oc/año **(F1)**	3.97 E-04 oc/año **(F1)**
E14	5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	7.94 E-03 oc/año	1.59 E-03 oc/año **(F2)**	1.90 E-03 oc/año **(F2)**	1.27 E-03 oc/año **(F2)**	3.17 E-03 oc/año **(F2)**
E15	6.1.1.1, 6.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	2.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.40 E-04 oc/año **(F1)**	1.60 E-04 oc/año **(F1)**	4.00 E-04 oc/año **(F1)**
E16	6.2.1.1, 6.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	2.31 E-03 oc/año	1.16 E-03 oc/año **(F2)**	3.47 E-04 oc/año **(F1)**	2.31 E-04 oc/año **(F1)**	5.78 E-04 oc/año **(F1)**
E17	6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.5.1.1	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	1.54 E-02 oc/año	3.08 E-03 oc/año **(F2)**	3.70 E-03 oc/año **(F2)**	2.46 E-03 oc/año **(F2)**	6.16 E-03 oc/año **(F2)**
E18	7.1.1.1, 7.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	1.00 E-03 oc/año	2.00 E-04 oc/año **(F1)**	2.40 E-04 oc/año **(F1)**	1.60 E-04 oc/año **(F1)**	4.00 E-04 oc/año **(F1)**

Tabla 54. Frecuencias de ocurrencia de los eventos analizados.

Clave	Escenario de riesgo asociado.	Descripción del evento	Frecuencias de fallo inicial	Frecuencia de ignición inmediata	Frecuencia de ignición retardada		Frecuencia de dispersión
				Dardo de fuego	Incendio de nube	Explosión	
E19	7.3.1.1, 7.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.	3.00 E-06 oc/año	1.50 E-06 oc/año **(F1)**	4.50 E-07 oc/año **(F1)**	3.00 E-07 oc/año **(F1)**	7.50 E-07 oc/año **(F1)**
E20	7.4.1.1, 7.4.1.2, 7.5.1.1, 7.5.1.2	Fuga por un orificio de 0,80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	2.00 E-05 oc/año	4.00 E-06 oc/año **(F1)**	4.80 E-06 oc/año **(F1)**	3.20 E-06 oc/año **(F1)**	8.00 E-06 oc/año **(F1)**
E21	8.1.1.1, 8.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	1.00 E-02 oc/año	2.00 E-03 oc/año **(F2)**	2.40 E-03 oc/año **(F2)**	1.60 E-03 oc/año **(F2)**	4.00 E-03 oc/año **(F2)**
E22	8.2.1.1, 8.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	4.34 E-03 oc/año	8.68 E-04 oc/año **(F1)**	1.04 E-03 oc/año **(F2)**	6.94 E-04 oc/año **(F1)**	1.74 E-03 oc/año **(F2)**
E23	8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.4.1.1, 8.4.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	2.17 E-02 oc/año	4.34 E-03 oc/año **(F2)**	5.21 E-03 oc/año **(F2)**	3.47 E-03 oc/año **(F2)**	8.68 E-03 oc/año **(F2)**
E24	9.1.1.1, 9.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	1.00 E-02 oc/año	2.00 E-03 oc/año **(F2)**	2.40 E-03 oc/año **(F2)**	1.60 E-03 oc/año **(F2)**	4.00 E-03 oc/año **(F2)**
E25	9.2.1.1, 9.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	1.92 E-02 oc/año	3.84 E-03 oc/año **(F2)**	4.61 E-03 oc/año **(F2)**	3.07 E-03 oc/año **(F2)**	7.68 E-03 oc/año **(F2)**
E26	9.3.1.1, 9.3.1.2, 9.4.1.1, 9.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	1.28 E-01 oc/año	2.56 E-02 oc/año **(F3)**	3.07 E-02 oc/año **(F3)**	2.05 E-02 oc/año **(F3)**	5.12 E-02 oc/año **(F3)**
E27	10.1.1.1, 10.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	1.00 E-02 oc/año	2.00 E-03 oc/año **(F2)**	2.40 E-03 oc/año **(F2)**	1.60 E-03 oc/año **(F2)**	4.00 E-03 oc/año **(F2)**

Tabla 54. Frecuencias de ocurrencia de los eventos analizados.

Clave	Escenario de riesgo asociado.	Descripción del evento	Frecuencias de fallo inicial	Frecuencia de ignición inmediata	Frecuencia de ignición retardada		Frecuencia de dispersión
				Dardo de fuego	Incendio de nube	Explosión	
E28	10.2.1.1, 10.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	1.06 E-03 oc/año	2.12 E-04 oc/año **(F1)**	2.55 E-04 oc/año **(F1)**	1.70 E-04 oc/año **(F1)**	4.24 E-04 oc/año **(F1)**
E29	10.3.1.1, 10.3.1.2, 10.4.1.1, 10.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	7.07 E-03 oc/año	1.41 E-03 oc/año **(F2)**	1.70 E-03 oc/año **(F2)**	1.13 E-03 oc/año **(F2)**	2.83 E-03 oc/año **(F2)**
E30	11.1.1.1, 11.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	1.00 E-02 oc/año	2.00 E-03 oc/año **(F2)**	2.40 E-03 oc/año **(F2)**	1.60 E-03 oc/año **(F2)**	4.00 E-03 oc/año **(F2)**
E31	11.2.1.1, 11.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	6.35 E-01 oc/año	1.27 E-01 oc/año **(F4)**	1.52 E-01 oc/año **(F4)**	1.02 E-01 oc/año **(F4)**	2.54 E-01 oc/año **(F5)**
E32	11.3.1.1, 11.3.1.2, 11.4.1.1, 11.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	3.17 E-00 oc/año	6.35 E-01 oc/año **(F5)**	7.62 E-01 oc/año **(F5)**	5.08 E-01 oc/año **(F5)**	1.27 E-00 oc/año **(F6)**

oc/año: Ocasiones por año.

4.2.2 Análisis de consecuencias.

Para el análisis cuantitativo de consecuencias se realizaron simulaciones de dispersión, incendio y explosión. La descripción de la metodología, premisas, consideraciones, desarrollo y resultados se presentan a continuación.

4.2.2.1 Descripción de la metodología.

La evaluación de consecuencias por dispersión, fuego y explosión es una técnica de análisis cuantitativo de riesgos, que permite observar el alcance de un accidente potencial, y sus efectos sobre las personas, el ambiente, población e instalación, así también permite generar medidas y/o recomendaciones adicionales con respecto a la ubicación de equipos de operación y seguridad, y a definir los planes de respuesta a emergencias. Los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas pueden producir diferentes tipos de fenómenos, entre los cuales se encuentran los de tipo mecánico (explosiones), térmico (radiación térmica-incendio) y de tipo químico (dispersión).

Para la modelación de consecuencias, se utilizó el software PHAST 8.61 con el objetivo de estimar las posibles afectaciones a las personas, población, medio ambiente e instalación.

Las principales actividades a realizar en el análisis de consecuencias son:

- Selección de los eventos que se analizarán cuantitativamente con base en los resultados de la identificación de riesgos y a su jerarquización mediante matrices de riesgo.
- Definición de los criterios de alimentación de datos en el software PHAST.
  - Establecer los datos ambientales de la región.
  - Caracterización de la fuente de liberación.
    - Determinar el tipo de fluido y sus propiedades.
    - Condiciones de operación al momento del evento.
  - Seleccionar o establecer el diámetro equivalente de fuga.
  - Estimar el monto total del fluido o inventario a liberar.
  - Estimar la duración de la descarga.
  - Calcular la tasa de liberación teórica.
  - Determinar el tipo de liberación es decir si es continua o instantánea para determinar el modelo que será empleado para estimar las consecuencias.
  - Determinación de los efectos.
- Cargar y correr los casos en el software, generando los reportes por dispersión, incendio y explosión respectivos para proceder al llenado de tabla de resultados.
- Con base en los resultados, elaboración de diagramas de pétalos, plasmados en los Planos de Localización General.

4.2.2.2 Criterios establecidos en el análisis de consecuencias.

Los criterios establecidos en la simulación de consecuencias son los siguientes.

- Selección de eventos a evaluar: El análisis cuantitativo de consecuencias se desarrolló para el total de eventos relacionados con la liberación de gas natural descritos en la **Tabla** 51.

- Condiciones ambientales: Tal como se detalla en el **Apartado 3** de del presente informe, las condiciones climatológicas predominantes son:

Tabla 55 Condiciones ambientales empleadas en la simulación.

Temperatura Ambiente	19 °C
Presión Atmosférica	113.53 hPa
Humedad Relativa	40%

Tabla 55 Condiciones ambientales empleadas en la simulación.

Velocidad del Viento (Estabilidad Atmosférica de Pasquill F)*	1.5*
Velocidad del Viento (Estabilidad Atmosférica de Pasquill AB)*	1.5*

*Las velocidades del viento y estabilidad Pasquill seleccionadas se basaron en lo establecido en el apartado 5.4.2.2 de la "Guía para la elaboración de Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos" emitida por la ASEA en julio del 2020.

- Caracterización de la fuente de liberación: La composición de la sustancia a simular se retomó de lo indicado en NOM-001-SECRE-2010 "Especificaciones del gas natural", quedando como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 56 Composición del gas natural.

Componente	% peso	% mol
Nitrógeno (N_2)	4.54	3.00
Dióxido de carbono (CO_2)	4.76	2.00
Metano (C_1)	72.82	84.00
Etano (C_2)	17.88	11.00
Total	100	100

Las condiciones de flujo, presión y temperatura que definen cada evento, se retomaron de lo descrito en los **Apartados 1** y **2** del presente informe, presentadas a manera de resumen en la **Tabla 58**.

- Selección del diámetro del orificio de liberación (diámetro equivalente de fuga, DEF): Como diámetro equivalente de fuga se consideraron los criterios establecidos en el aparatado 5.4.2.2 de la "Guía para Elaboración de Análisis de Riesgos de Sector Hidrocarburos, ASEA, 2020", considerando para peor caso ruptura total de la tubería, para caso más probable y caso alterno el 20% del diámetro de la tubería.

- Estimación del monto total del fluido o inventario a liberar: El inventario total que será liberado corresponde a la cantidad de masa que se fuga durante el tiempo de cierre de válvulas de seccionamiento, más la masa entrampada en cada sección del Proyecto, quedando de la siguiente manera:

$$V_{tot}=V_{emp}+V_{fuga}$$

V_{tot}=Volumen total

V_{emp}= Volumen empacado en la línea entre válvulas de cierre y aislamiento.

V_{fuga}=Volumen de fuga (Volumen liberado en el tiempo que transcurre hasta el aislamiento de las válvulas)

Volumen empacado: La cantidad de masa empacada por sección del sistema se retomó de lo descrito en el **Apartado 2.1** del presente informe.

Volumen de fuga: El volumen de fuga se determina con el resultado de la tasa de descarga estimada por el software PHAST 8.61 (Ver cálculo de tasa de liberación) multiplicado por el tiempo en el que se genera el aislamiento del ducto (Ver estimación de duración de descarga).

El valor de inventario liberado por cada evento se indica en la **Tabla 58**.

- Estimar la duración de la descarga: Para el tiempo de liberación se tomó en cuenta el tiempo de arribo de la unidad de emergencias, considerando 30 minutos, más el tiempo que tarda en liberarse la masa entrampada.
- Cálculo de tasa de liberación: La tasa de descarga es calculada por el simulador Phast empleando el modelo de orificio (Ver **Figura 31**).

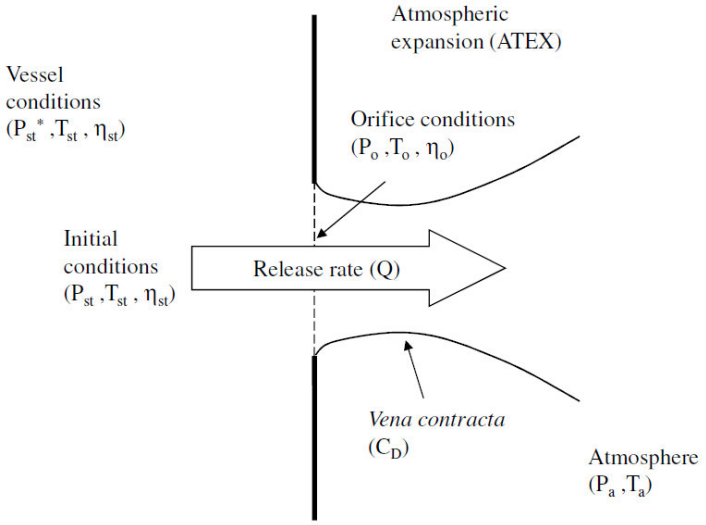


Figura 31 Modelo de orificio

La secuencia de cálculos utilizados para determinar las condiciones de descarga es:

Para una presión dada P_o, la temperatura y fracción líquida son determinadas por la expansión isentrópica:

$$s(P_{st}, T_{st}, \eta_{st}) = s(P_o, T_o, \eta_o)$$

Donde:
s: Entropía Especifica (J K^{-1} kg^{-1})
P_{st}: Presión de almacenamiento (Pa)

T_{st}: Temperatura de almacenamiento (°K).
n_{st}: Fracción de masa líquida (-)
P_0: Presión en orificio (Pa)
T_0: Temperatura en orificio (°K).
n_o: Fracción de masa líquida en orificio (-)

Calcular la velocidad en orificio de la ecuación de conservación de la materia.

$$h(P_{st}, T_{st}, \eta_{st}) = h(P_o, T_o, \eta_o) + \frac{u_o^2}{2}$$

Donde:

h: Entalpía (J/kg)

P_{st}: Presión de almacenamiento (Pa)
T_{st}:Temperatura de almacenamiento.
n_{st}: Fracción de masa líquida (-)
P_0: Presión en orificio (Pa)
T_0: Temperatura en orificio (°K).
n_o: Fracción de masa líquida en orificio (-)
u_o: Velocidad en orificio (ms^{-1})

Calcular flujo másico de la siguiente ecuación:

$$G_o = \frac{u_o}{v_o}$$

Donde:

u_o: Velocidad en orificio (ms^{-1})
v_0: Volumen específico (m^3kg^{-1})

La presión del orificio es iterada hasta que el flujo másico es maximizado y P_0 ajuste de acuerdo con la ecuación:

$$P_o = \max\left[P_a, P_c\right]$$

Donde:

P_0: Presión en orificio (Pa)

P_a: Presión atmosférica (Pa)

P_c: Presión choke (Pa)

Calcular C_D y modificar Q y A_v de la ecuación:

$$A_v = C_D A_o$$

$$Q = A_v G_o$$

Donde:

A_v: Área de vapor (m^2)

C_D: Coeficiente de descarga (-)

A_0: Área del orificio (m^2)

Q: Flujo másico ($kg\ s^{-1}$)

G_0: Flujo másico a través del área del orificio ($kg\ m^{-2}\ s^{-1}$)

Calcular duración de la liberación de la ecuación siguiente:

$$t_{rel} = \frac{M_{st}}{Q}$$

Donde:

M_{st}: Masa almacenada (kg)

Q: Flujo másico ($kg\ s^{-1}$)

- Determinación del tipo de liberación: Al ser eventos de fuga en ductos se considera que la liberación es continua ya que existe una alimentación constante desde el City Gate (Limite aguas arriba del SDGN La Laguna).

- Determinación de efectos.

De acuerdo con lo establecido en la "Guía para la elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos" emitida por la ASEA en julio del 2020, para definir y justificar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento se utilizarán como mínimo, los parámetros que se indican en la **Tabla 57.**

Tabla 57. Zona de alto riesgo y amortiguamiento.

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Ato 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	5.0 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)

4.2.2.3 Resumen de los parámetros establecidos en la simulación y tabla de resultados.

La **Tabla 58** presenta los parámetros establecidos en la simulación de acuerdo con los criterios indicados en el apartado anterior.

En el **Anexo I** se presentan las fichas de datos de simulación en cumplimiento con el Anexo 2 de la "Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos" de la ASEA, y la memoria de cálculo (reportes de simulación) obtenida del software PHAST, para su consulta.

A continuación, la **Tabla 59** muestra el resumen de los resultados de las simulaciones para cada umbral seleccionado incluyendo las zonas de amortiguamiento y alto riesgo.

La infraestructura del SDGN La Laguna aplicable a cada evento se encuentra en la **Tabla** 51.

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E01	1.3.1.1, 1.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo (Golpe con vehículo, vandalismo, labores de mantenimiento por parte de CENAGAS o PEMEX).	Continua	10.00	10.00	500.00	25.00	286.49	30.00	515678.40	1.00	Horizontal
E02	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.5.1.1, 1.5.1.2	Fuga por un orificio de 2" en tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	Continua	10.00	2.00	500.00	25.00	11.46	30.00	20627.10	1.00	Horizontal
E03	2.1.1.1, 2.1.1.2	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	16.00	3.20	500.00	22.00	29.54	30.00	53163.90	0.00	Vertical
E04	2.2.1.1, 2.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	16.00	16.00	200.00	22.00	298.79	30.00	537822.00	0.00	Vertical
E05	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.5.1.1	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	16.00	3.20	200.00	22.00	11.95	30.00	21512.88	0.00	Vertical
E06	3.1.1.1, 3.1.1.2	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	12.00	2.40	500.00	22.00	16.61	30.00	29904.66	0.00	Vertical

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E07	3.2.1.1, 3.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	12.00	12.00	200.00	22.00	168.07	30.00	302524.20	0.00	Vertical
E08	3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.5.1.1	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	12.00	2.40	200.00	22.00	6.72	30.00	12100.97	0.00	Vertical
E09	4.1.1.1, 4.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	8.00	1.60	500.00	22.00	7.38	30.00	13290.84	0.00	Vertical
E10	4.2.1.1, 4.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	8.00	8.00	200.00	22.00	74.70	30.00	134454.60	0.00	Vertical
E11	4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	8.00	8.00	200.00	22.00	2.99	30.00	5378.22	0.00	Vertical
E12	5.1.1.1, 5.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	6.00	1.20	500.00	22.00	4.15	30.00	7476.12	0.00	Vertical

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E13	5.2.1.1, 5.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	6.00	6.00	200.00	22.00	42.02	30.00	75631.14	0.00	Vertical
E14	5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	6.00	1.20	200.00	22.00	1.68	30.00	3025.62	0.00	Vertical
E15	6.1.1.1, 6.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	4.00	0.80	500.00	22.00	1.84	30.00	3303.00	0.00	Vertical
E16	6.2.1.1, 6.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	4.00	4.00	200.00	22.00	18.67	30.00	33613.74	0.00	Vertical
E17	6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.5.1.1	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	4.00	0.80	200.00	22.00	0.75	30.00	1344.55	0.00	Vertical
E18	7.1.1.1, 7.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	4.00	0.80	500.00	25.00	1.83	30.00	3294.00	1.00	Horizontal

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E19	7.3.1.1, 7.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.	Continua	4.00	4.00	200.00	25.00	18.57	30.00	33418.26	1.00	Horizontal
E20	7.4.1.1, 7.4.1.2, 7.5.1.1, 7.5.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	Continua	4.00	0.80	200.00	25.00	0.74	30.00	1336.68	1.00	Horizontal
E21	8.1.1.1, 8.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	6.00	1.20	200.00	25.00	1.67	30.00	3006.00	0.00	Vertical
E22	8.2.1.1, 8.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	6.00	6.00	35.00	25.00	9.09	30.00	16370.28	0.00	Vertical
E23	8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.4.1.1, 8.4.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	6.00	1.20	35.00	25.00	0.36	30.00	654.80	0.00	Vertical
E24	9.1.1.1, 9.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	4.00	0.80	200.00	25.00	0.74	30.00	1335.60	0.00	Vertical

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E25	9.2.1.1, 9.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	4.00	4.00	35.00	25.00	4.04	30.00	7272.00	0.00	Vertical
E26	9.3.1.1, 9.3.1.2, 9.4.1.1, 9.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	4.00	0.80	35.00	25.00	0.16	30.00	291.02	0.00	Vertical
E27	10.1.1.1, 10.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	3.00	0.60	200.00	25.00	0.42	30.00	751.86	0.00	Vertical
E28	10.2.1.1, 10.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	3.00	3.00	35.00	25.00	2.27	30.00	4086.00	0.00	Vertical
E29	10.3.1.1, 10.3.1.2, 10.4.1.1, 10.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	3.00	0.60	35.00	25.00	0.09	30.00	162.00	0.00	Vertical
E30	11.1.1.1, 11.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	2.00	0.40	200.00	25.00	0.19	30.00	334.08	0.00	Vertical

Tabla 58 Parámetros establecidos en la simulación.

Clave	Escenarios asociados*	Descripción	Tipo de liberación	Diámetro (pulgada)		Presión	Temperatura	Tasa de Descarga	Duración de fuga	Inventario liberado	Altura de la fuga	Dirección de fuga
				Línea	Fuga	kg/cm²	°C	kg/s	min	kg	m	
E31	11.2.1.1, 11.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 0.2" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	2.00	2.00	35.00	25.00	1.01	30.00	1818.00	0.00	Vertical
E32	11.3.1.1, 11.3.1.2, 11.4.1.1, 11.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	2.00	0.40	35.00	25.00	0.04	30.00	72.00	0.00	Vertical

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E01	1.3.1.1, 1.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo (Golpe con vehículo, vandalismo, labores de mantenimiento por parte de CENAGAS o PEMEX).	Continua	1.5 - F	184.24	196.19	140.19	95.53	73.85	371.21	246.43	190.59	145.20
				1.5 - AB	177.58	193.95	139.32	95.76	74.61	371.21	246.43	190.59	145.20
E02	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.5.1.1, 1.5.1.2	Fuga por un orificio de 2" en tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	Continua	1.5 - F	21.75	46.37	33.65	23.51	18.58	75.51	53.65	44.29	35.51
				1.5 - AB	14.85	42.52	30.83	21.50	16.98	75.51	53.65	44.29	35.51
E03	2.1.1.1, 2.1.1.2	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	0.23	No se presenta				93.26	36.72	No alcanza	
				1.5 - AB	0.25					93.26	36.72		
E04	2.2.1.1, 2.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	No se presenta	130.15	81.32	42.40	23.49	280.68	124.12	No alcanza	
				1.5 - AB	0.09	127.05	79.19	41.04	22.50	280.68	124.12		
E05	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.5.1.1	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.15	No se presenta				60.55	22.30	No alcanza	
				1.5 - AB	0.17					60.55	22.30		
E06	3.1.1.1, 3.1.1.2	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	0.17	No se presenta				70.79	26.74	No alcanza	
				1.5 - AB	0.19					70.79	26.74		

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E07	3.2.1.1, 3.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.57	99.17	61.91	32.25	17.84	213.84	92.38	No alcanza	
				1.5 - AB	0.64	96.82	60.38	31.31	17.20	213.84	92.38		
E08	3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.5.1.1	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.11	No se presenta				45.91	16.13	No alcanza	
				1.5 - AB	0.13					45.91	16.13		
E09	4.1.1.1, 4.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	0.11	No se presenta				47.94	16.97	No alcanza	
				1.5 - AB	0.13					47.94	16.97		
E10	4.2.1.1, 4.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.38	67.47	42.11	21.89	12.07	145.49	60.51	No alcanza	
				1.5 - AB	0.42	65.28	40.70	21.11	11.59	145.49	60.51		
E11	4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.08	No se presenta				31.05	10.19	No alcanza	
				1.5 - AB	0.08					31.05	10.19		
E12	5.1.1.1, 5.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	0.08	No se presenta				36.33	12.33	No alcanza	
				1.5 - AB	0.09					36.33	12.33		

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E13	5.2.1.1, 5.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.28	No se presenta				110.58	44.55	No alcanza	
				1.5 - AB	0.31					110.58	44.55		
E14	5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.5.1.1	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.06	No se presenta				23.51	7.20	No alcanza	
				1.5 - AB	0.06					23.51	7.20		
E15	6.1.1.1, 6.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	0.06	No se presenta				24.55	7.60	No alcanza	
				1.5 - AB	0.06					24.55	7.60		
E16	6.2.1.1, 6.2.1.2	Ruptura de ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.19	No se presenta				75.01	28.62	No alcanza	
				1.5 - AB	0.21					75.01	28.62		
E17	6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.4.1.1, 6.4.1.2, 6.5.1.1	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.04	No se presenta				15.87	4.30	No alcanza	
				1.5 - AB	0.04					15.87	4.30		
E18	7.1.1.1, 7.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	Continua	1.5 - F	No se presenta	16.20	11.68	8.08	6.34	26.96	20.48	17.52	14.38
				1.5 - AB	No se presenta	15.28	11.01	7.61	5.96	26.96	20.48	17.52	14.38

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E19	7.3.1.1, 7.3.1.2	Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.	Continua	1.5 - F	32.78	62.58	45.46	31.81	25.17	97.45	68.53	55.98	44.46
				1.5 - AB	27.67	57.06	41.42	28.94	22.89	97.45	68.53	55.98	44.46
E20	7.4.1.1, 7.4.1.2, 7.5.1.1, 7.5.1.2	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	Continua	1.5 - F	No se presenta	10.37	7.47	5.15	4.04	15.89	12.57	10.65	No alcanza
				1.5 - AB	No se presenta	9.79	7.05	4.86	3.80	15.89	12.57	10.65	No alcanza
E21	8.1.1.1, 8.1.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	1.5 - F	0.06	No se presenta				23.41	7.16	No alcanza	
				1.5 - AB	0.06					23.41	7.16		
E22	8.2.1.1, 8.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.16	No se presenta				55.34	20.33	No alcanza	
				1.5 - AB	0.18					55.34	20.33		
E23	8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.4.1.1, 8.4.1.2	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.03	No se presenta				11.67	2.86	No alcanza	
				1.5 - AB	0.04					11.67	2.86		
E24	9.1.1.1, 9.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	1.5 - F	0.04	No se presenta				15.81	4.27	No alcanza	
				1.5 - AB	0.04					15.81	4.27		

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E25	9.2.1.1, 9.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.10	No se presenta				37.44	12.85	No alcanza	
				1.5 - AB	0.12					37.44	12.85		
E26	9.3.1.1, 9.3.1.2, 9.4.1.1, 9.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.02	No se presenta				7.87	1.46	No alcanza	
				1.5 - AB	0.02					7.87	1.46		
E27	10.1.1.1, 10.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	1.5 - F	0.28	No se presenta				11.96	2.87	No alcanza	
				1.5 - AB	0.03					11.96	2.87		
E28	10.2.1.1, 10.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.08	No se presenta				28.36	9.25	No alcanza	
				1.5 - AB	0.09					28.36	9.25		
E29	10.3.1.1, 10.3.1.2, 10.4.1.1, 10.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.02	No se presenta				5.95	No alcanza		
				1.5 - AB	0.02					5.95			
E30	11.1.1.1, 11.1.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Continua	1.5 - F	0.02	No se presenta				8.06	1.35	No alcanza	
				1.5 - AB	0.02					8.06	1.35		

Tabla 59 Radios de alcances de consecuencias expresados en metros.

Consecuencia				Velocidad del viento - Estabilidad Pasquil	Flash Fire	Sobrepresión (psi)				Radiación térmica (kW/m2)			
Clave	Eventos asociados*	Descripción	Tipo de Liberación		LFL	0.5	1	3	10	1.4	5	12.5	37.5
E31	11.2.1.1, 11.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno de 0.2" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Continua	1.5 - F	0.05	No se presenta				19.16	5.64	No alcanza	
				1.5 - AB	0.06					19.16	5.64		
E32	11.3.1.1, 11.3.1.2, 11.4.1.1, 11.4.1.2	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	Continua	1.5 - F	0.10	No se presenta				4.01	No alcanza		
				1.5 - AB	0.01					4.01			

5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

La representación gráfica de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en los diagramas de pétalos, se encuentran en el **Anexo I**, este anexo también incluye las fichas de datos de simulación y la memoria de cálculo por cada escenario evaluado.

Los criterios empleados para la representación de radios potenciales de afectación se listan a continuación:

- Los radios de afectación se plasmaron en las secciones de la infraestructura listada en la columna 6 para cada evento de la **Tabla** 51. tomando como criterio la distinción del entorno más vulnerable en la trayectoria. Esta representación nos brinda una aproximación de las afectaciones que se puedan generar en cualquier punto a lo largo del sistema analizado.
- La representación de radios de afectación, para eventos que tengan potencial de presentarse en cualquier punto a lo largo de la trayectoria de un ducto, se extrapoló a lo largo del mismo (Ver **Figura 32**) con la finalidad de abarcar toda la zona que podría ser afectada y determinar los puntos más vulnerables.

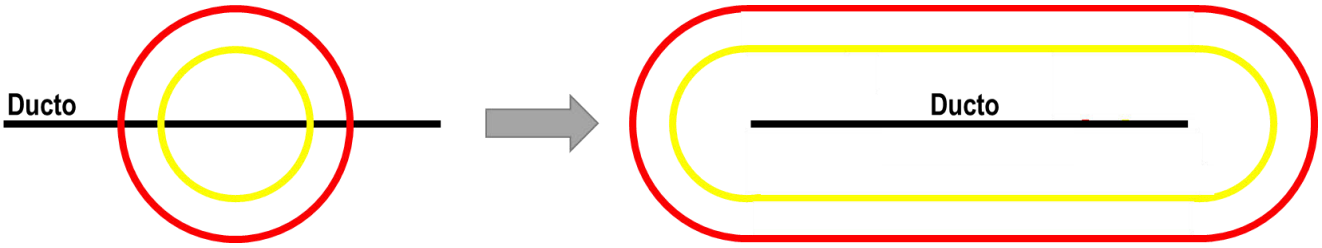


Figura 32 Representación de radios de afectación.

- La representación gráfica es ilustrativa de un caso hipotético donde el ducto se encuentra a nivel de piso (no enterrado) y sin considerar ninguna medida de seguridad.
- La representación gráfica de radiación térmica es ilustrativa, en virtud de que el simulador modeló un fuego tipo jet (*Jet fire*), el cual en términos reales tiene representación gráfica de un dardo, pero con fines de análisis se establece una representación de un buffer, es decir, la afectación no se presentará de manera simultánea, el dardo de fuego tendrá afectaciones hacia la dirección en la cual se produce la fuga, pero determinar si una fuga se puede producir en dirección norte, sur, este u oeste, es incierto, por lo tanto, es criterio general considerar una afectación equivalente las todas las direcciones y de ese modo cubrir todos los posibles puntos de interés. (Ver **Figura 33**).

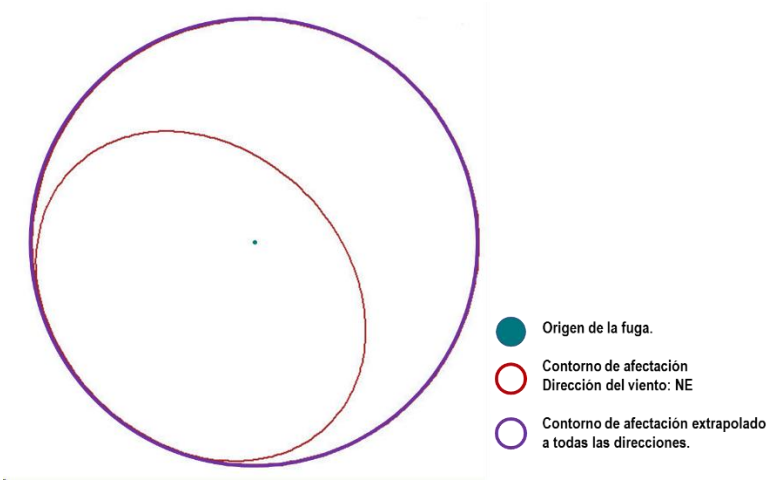


Figura 33 Representación de eventos de dardo de fuego.

En el **Anexo J** se presenta la descripción de consecuencias de los peores casos identificados del SDGN La Laguna.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

6.1 Análisis de vulnerabilidad.

A continuación, se presenta la descripción de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de los eventos analizados, indicando sus posibles afectaciones y salvaguardas.

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
E01	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 246.43 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Dentro de esta zona encuentra la compañía Interceramic, Racks Especializados, Poliestireno Alfa Gamma, Premezclados Nazas, Stable Construcciones, ubicadas al noroeste de la City Gate.	• Ubicación de la City Gate Las Huertas en un recinto civil. Perímetro restringido, malla ciclónica, candados. • Personal en sitio durante recorridos. • Sistema de monitoreo SCADA. • Cierre de válvulas de seccionamiento vía remota desde cuarto de control (Transportista). • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS)	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 371.21 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca tres predios al oeste de la City Gate.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 140.19 metros. No se identifican centros de población en esta zona.		
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 196.19 metros No se identifican centros de población en esta zona.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo Amortiguamiento	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente.	• Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
E02	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 53.65 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. No se identifican centros de población en esta zona.	• Pintura anticorrosiva. • Elementos aislantes en interfaz suelo aire. • Sistema de filtros de sólidos y líquidos en terminal de compresión Chávez (Por parte del Transportista). • Sistema de monitoreo SCADA. • Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el procedimiento P-EM-OM-03_10. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Cierre de válvulas de seccionamiento vía remota desde cuarto de control (Transportista). • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS)	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 75.51 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. No se identifican centros de población en esta zona.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 33.65 metros. No se identifican centros de población en esta zona.		
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 46.37 metros No se identifican centros de población en esta zona.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía)		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E03	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 36.72 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 12 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
			Amortiguamiento	La población expuesta a 93.26 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 52 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la City Gate). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: En caso de presentarse en el cruce con el río Nazas podría generarse una película de condensados sobre la superficie. (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E04	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 124.12 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 80 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 280.68 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 200 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 81.32 metros. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 48 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 130.15 metros El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 84 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: En caso de presentarse en el cruce con el río Nazas podría generarse una película de condensados sobre la superficie. (Ver **Anexo D** Cartografía)		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E05	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 22.30 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 3 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el Apartado 8.6 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 60.55 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Huerta – Cemex entre la calzada Juan Agustín Espinoza y la avenida P. de la Amistad. En esta sección podría abarcar hasta 17 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Estudio de integridad (CIS-DCVG) realizado cada 5 años. • Análisis de integridad de ductos realizado por el área de integridad de SEMPRA Infraestructura cada 5 años. • Protección catódica. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: En caso de presentarse en el cruce con el río Nazas podría generarse una película de condensados sobre la superficie. (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	procedimiento P-EM-OM-01_12. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E06	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 26.74 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 70.79 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 30 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la City Gate). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E07	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 92.38 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 46 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 213.84 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 200 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 61.91 metros. Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 25 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 99.17 metros Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 48 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E08	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 16.13 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. El punto más vulnerable corresponde a la sección del Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el Apartado 8.6 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 45.91 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Tramo Las Huertas - Terminal Laguna ubicada en colonia los Las Huertas 2. En esta sección podría abarcar hasta 12 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Estudio de integridad (CIS-DCVG) realizado cada 5 años. • Análisis de integridad de ductos realizado por el área de integridad de SEMPRA Infraestructura cada 5 años. • Protección catódica. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con	

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
					cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E09	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 16.97 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 4 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la City Gate). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 47.94 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 14 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía)		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E10	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 60.51 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 18 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las
			Amortiguamiento	La población expuesta a 145.49 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 90 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 42.11 metros. Esta zona abarca hasta 12 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 67.47 metros. Esta zona abarca hasta 20 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E11	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 10.19 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 2 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el Apartado 8.6 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 31.05 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 8 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				(lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Estudio de integridad (CIS-DCVG) realizado cada 5 años. • Análisis de integridad de ductos realizado por el área de integridad de SEMPRA Infraestructura cada 5 años. • Protección catódica. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12.	

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
					• Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E12	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 12.33 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la City Gate). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 36.33 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 10 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E13	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 44.55 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 14 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a
			Amortiguamiento	La población expuesta a 110.58 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Esta zona abarca hasta 60 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E14	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 7.12 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el Apartado 8.6 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 23.51 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Estudio de integridad (CIS-DCVG) realizado cada 5 años. • Análisis de integridad de ductos realizado por el área de integridad de SEMPRA Infraestructura cada 5 años. • Protección catódica. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con	

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
					cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E15	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 7.60 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas o instalaciones industriales aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la City Gate). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 24.55 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas o instalaciones industriales aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E16	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 28.62 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas o instalaciones industriales aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
			Amortiguamiento	La población expuesta a 75.01 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. En esta sección se podría generar afectación a instalaciones industriales ubicadas sobre los derecho de vía del Tramo Ferro Puertos John Deere y a la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E17	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 4.30 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. En esta sección no alcanzaría a generar afectación a viviendas o instalaciones industriales aledañas. La afectación se generaría sobre la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el Apartado 8.6 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 15.87 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Estudio de integridad (CIS-DCVG) realizado cada 5 años. • Análisis de integridad de ductos realizado por el área de integridad de SEMPRA Infraestructura cada 5 años. • Protección catódica. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias	

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
					con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E18	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 20.48 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 26.96 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 6 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 11.68 metros. Esta zona abarca hasta 4 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 16.20 metros Esta zona abarca hasta 4 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente.	• Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
E19	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 68.53 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 20 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Ubicación de la Estación de Regulación y Medición en un recinto civil. Perímetro restringido, malla ciclónica, candados o dentro de la propiedad del cliente. • Personal en sitio durante recorridos. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 97.45 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 60 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 45.46 metros. Esta zona abarca hasta 14 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 62.58 metros Esta zona abarca hasta 19 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				(lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
E20	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 12.57 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 4 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Pintura anticorrosiva. • Elementos aislantes en interfaz suelo aire. • Sistema de filtros de sólidos y líquidos en terminal de compresión Chávez (Por parte del Transportista). • Filtros de sólidos en Estación de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el procedimiento P-EM-OM-03_10. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 15.89 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 15 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
		Sobrepresión	Alto riesgo	Ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles a población expuesta a 7.47 metros. Esta zona abarca el área de la ERM.		
			Amortiguamiento	Daño físico temporal a población expuesta a 10.37 metros Esta zona abarca hasta 4 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH.		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
		Sobrepresión	Alto riesgo	Aire: Durante una sobrepresión se incrementaría la concentración Partículas Suspendidas Totales (PST). Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales terrestres. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E21	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 7.16 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en Estaciones de regulación y Medición con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-03_10.	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 23.41 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Regulador monitor en Estaciones de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la ERM). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E22	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 20.33 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las
			Amortiguamiento	La población expuesta a 55.34 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 15 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		actividades del Sector Hidrocarburos.
E23	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 2.86 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a
			Amortiguamiento	La población expuesta a 11.67 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E24	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 4.27 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en Estaciones de regulación y Medición con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-03_10. • Regulador monitor en Estaciones de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la ERM). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12.	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 15.81 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E25	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 12.85 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12.	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin
			Amortiguamiento	La población expuesta a 37.44 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Esta zona abarca hasta 10 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	supervisión de ECOGAS. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E26	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 1.46 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 7.87 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	• Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E27	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 2.87 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en Estaciones de regulación y Medición con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-03_10.	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 11.96 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Regulador monitor en Estaciones de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la ERM). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E28	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 9.25 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las
			Amortiguamiento	La población expuesta a 28.36 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 7 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		actividades del Sector Hidrocarburos.
E29	Población	Radiación	Alto riesgo	No alcanza.	• Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a
			Amortiguamiento	La población expuesta a 5.95 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo Amortiguamiento	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente.	• Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del procedimiento P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E30	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 1.35 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en Estaciones de regulación y Medición con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-03_10. • Regulador monitor en Estaciones de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. (Sensor de presión a la salida de la ERM). • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
			Amortiguamiento	La población expuesta a 8.06 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 3 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía)		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E31	Población	Radiación	Alto riesgo	La población ubicada a 5.64 metros manifestará un umbral de dolor que se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos, son probables las quemaduras de segundo grado. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO.	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin
			Amortiguamiento	La población expuesta a 19.16 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de		

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca hasta 5 viviendas y la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.	• Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	supervisión de ECOGAS. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía) Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.		
E32	Población	Radiación	Alto riesgo	No alcanza.	• Filtros en City Gate Las Huertas. • Diseño de tubería y estaciones para manejar la velocidad dentro de rangos permisibles y así evitar erosión. • Encamisado de acero en cruces con vías de ferrocarril. • Revisión de cruces y encamisados basado en el procedimiento de operación y mantenimiento. • Material flexible evitando afectaciones por vibración. • Recorrido para el monitoreo y detección de fugas con base en el Apartado 8.3 del	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a
			Amortiguamiento	La población expuesta a 4.01 metros no presentará molestias mayores, aún durante periodos largos de exposición, es considerado el flujo térmico del sol en verano y al medio día. Esta zona abarca la vialidad que recorre el derecho de vía del ducto.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto riesgo	Aire: En caso de incendio los principales contaminantes emitidos por la combustión de gas natural serían el monóxido de carbono; hidrocarburos no quemados; óxidos de nitrógeno; óxidos de azufre, dióxido de carbono y material particulado. Suelo: Impacto secundario derivado del incendio lo cual genera gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que, al mezclarse con el oxígeno del aire y el vapor de agua, se transforman en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre (lluvia ácida). La lluvia ácida es posible que altere principalmente la química del suelo, como el pH. Hidrología superficial: No se prevé un impacto a cuerpos de agua superficiales. En el área no se presenta hidrología superficial (Ver **Anexo D** Cartografía)		
			Amortiguamiento			

Tabla 60 Descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas	Recomendaciones a implementar
				Vegetación: Se podría ver modificada la cobertura vegetal que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo y amortiguamiento por la quema. El impacto por la pérdida de la cobertura vegetal, no representa una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Fauna: El área de proyecto ha sido sometida a cambios previos que han modificado las condiciones de hábitat para la subsistencia de fauna silvestre, debido a lo anterior las especies de fauna silvestre han sido desplazadas fuera de esta área. Durante la operación en las zonas amortiguamiento y de alto riesgo no se tendría sitios que propiciaran la creación de áreas de refugio y/o, alimentación de fauna silvestre, por lo que no se tendría ningún efecto sobre este componente. Paisaje: Modificaciones visuales al paisaje por consecuencias del incendio, impacto visual sobre los elementos naturales del área.	procedimiento P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

6.2 Interacciones de riesgo.

La **Tabla 61** indica las instalaciones y/o equipos de proceso ubicados dentro de la zona de alto riesgo a equipos establecida por la ASEA, en la columna 8 se enlistan las salvaguardas existentes orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia o mitigación de los eventos.

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
E01	No aplica	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	190.59 @ 12.5 kW/m²	Compañía Interceramic	180	• Ubicación de la City Gate Las Huertas en un recinto civil. Perímetro restringido, malla ciclónica, candados. • Personal en sitio durante recorridos. • Sistema de monitoreo SCADA. • Cierre de válvulas de seccionamiento vía remota desde cuarto de control (Transportista). • Cierre de válvulas de seccionamiento	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
				Sobrepresión	74.61 @ 10 psi	No se identifican.	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
								manuales (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E02	No aplica	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	44.29 @ 12.5 kW/cm²	No se identifican.	No aplica.	• Pintura anticorrosiva. • Elementos aislantes en interfaz suelo aire. • Sistema de filtros de sólidos y líquidos en terminal de compresión	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los
				Sobrepresión	18.58 @ 10 psi	No se identifican.	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
								Chávez (Por parte del Transportista). • Sistema de monitoreo SCADA. • Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el procedimiento P-EM-OM-03_10. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Cierre de válvulas de seccionamiento vía remota desde cuarto de control (Transportista). • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS)	Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
								• Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. (en caso de que el evento suceda en la jurisdicción de ECOGAS) • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E04	No aplica	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	No alcanza.	No se identifican.	No aplica.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a
				Sobrepresión	23.49 @ 10 psi	No se identifican.	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
								SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
E07	No aplica	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	No alcanza.	No se identifican.	No aplica.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
				Sobrepresión	17.84@ 10 psi	No se identifican.	No aplica.	procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
E10	No aplica	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	No alcanza.	No se identifican.	No aplica.	• Programa llame antes de excavar. • Señalética de derecho de vía del ducto. • Vigilancia del sistema de distribución con base en el procedimiento con clave P-EM-OM-01_12. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. Coordinación para atención del incendio con cuerpos de	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
				Sobrepresión	12.07	No se identifican.	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
								bomberos locales y protección civil.	
E18	ER#1	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.	• Aplicación del programa de Inspección y mantenimiento preventivo a válvulas reguladoras en City Gate Las Huertas (Responsabilidad del transportista). • Regulador monitor en City Gate Las Huertas. • Válvula de corte por alta presión en la City Gate Las Huertas. • Válvula de alivio de presión en City Gate Las Huertas. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#2	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#3	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#4	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	Compañía Ultra Trading Group	9		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#5	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#6	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#7	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
E18	ER#8	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.	• Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#9	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#10	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	City Gate Las Huertas	6 m		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	City Gate Las Huertas	6 m		
E18	ER#11	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#12	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#13	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#14	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#15	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E18	ER#16	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	17.52 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	6.34 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#1	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	Tanque de gas en compañía Maquinaria Pesada Laguna S.A. de C.V.	34	• Ubicación de la Estación de Regulación y Medición en un recinto civil. Perímetro restringido, malla ciclónica, candados o dentro de la propiedad del cliente. • Personal en sitio durante recorridos. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	Tanque de gas en compañía Maquinaria Pesada Laguna S.A. de C.V.	34		
E19	ER#2	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	Estación de servicio de gasolina y diésel.	35		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#3	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#4	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	Compañía Ultra Trading Group	9		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	Compañía Ultra Trading Group	9		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
E19	ER#5	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	Compañía Laguna Industrial	37	para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#6	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#7	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#8	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#9	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#10	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	City Gate Las Huertas	6 m		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	City Gate Las Huertas	6 m		
E19	ER#11	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#12	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#13	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#14	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#15	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E19	ER#16	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	55.98 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	25.17 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#1	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.	• Pintura anticorrosiva. • Elementos aislantes en interfaz suelo aire.	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#2	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.	• Sistema de filtros de sólidos y líquidos en terminal de compresión Chávez (Por parte del Transportista). • Filtros de sólidos en Estación de Regulación y Medición. • Sistema de monitoreo SCADA NOVO. • Aplicación del programa de inspección y mantenimiento con base en el procedimiento P-EM-OM-03_10. • Odorización del gas natural. • Cierre de válvulas de seccionamiento manuales. • Aplicación del procedimiento para la atención a emergencias	Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.
E20	ER#3	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#4	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	Compañía Ultra Trading Group	9		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#5	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#6	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#7	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#8	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#9	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#10	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	City Gate Las Huertas	6 m		

Tabla 61 Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo.

Clave del escenario de riesgo	kilómetro del ducto donde se presenta la fuga.	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación (m)	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación.	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga. (m)	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones.
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.	con clave P-EM-OM-05_12. • Coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.	
E20	ER#11	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#12	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#13	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#14	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#15	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		
E20	ER#16	Gas natural	Alto riesgo en equipos.	Radiación	10.65 @ 12.5 kW/m²	No se identifican	No aplica.		
				Sobrepresión	4.04 @ 10 psi	No se identifican	No aplica.		

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la principal interacción de riesgo del SDGN La Laguna corresponden a:

- E19. Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.

  En caso de presentarse en la ER#1 (adicional construida) podría afectar al tanque de gas ubicado en el patio de la compañía Maquinaria Pesada Laguna S.A. de C.V. En la siguiente figura se marca en color amarillo el tanque identificado.

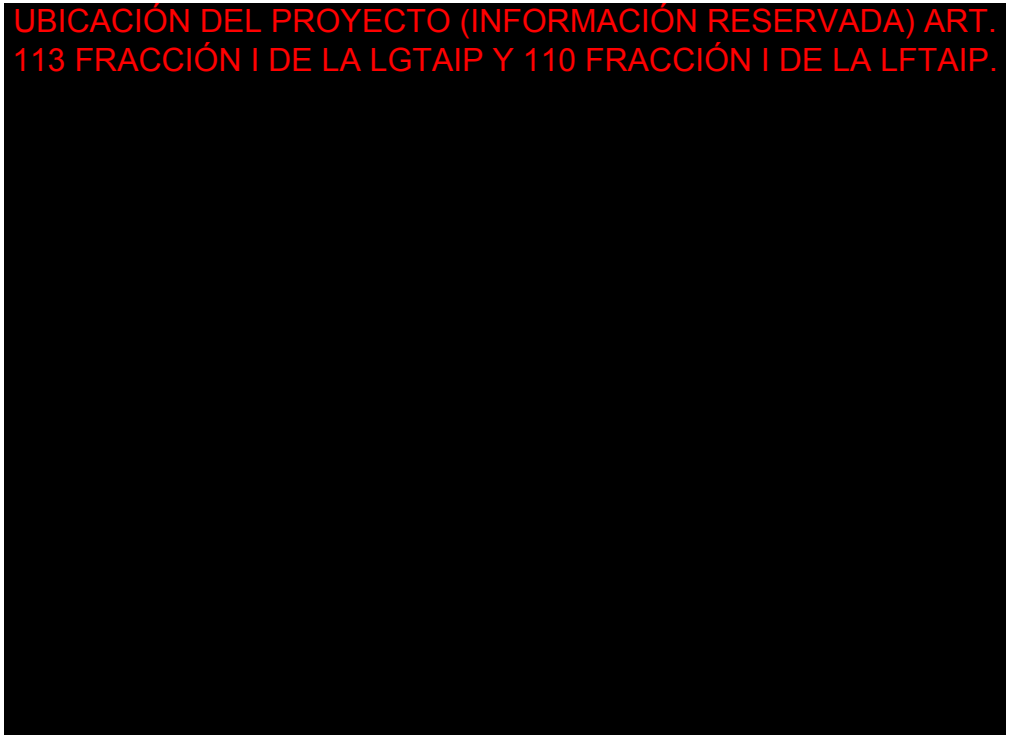


Tabla 62 Interacción de riesgo del evento E19 (ER#1).

Si se presenta en la ER#2 podría afectar a la estación de servicio para expendio de gasolina y diésel. En la siguiente figura se representa en color amarillo el área de despachadoras de la estación y en color azul el área de almacenamiento (subterráneo) de gasolina y diésel.

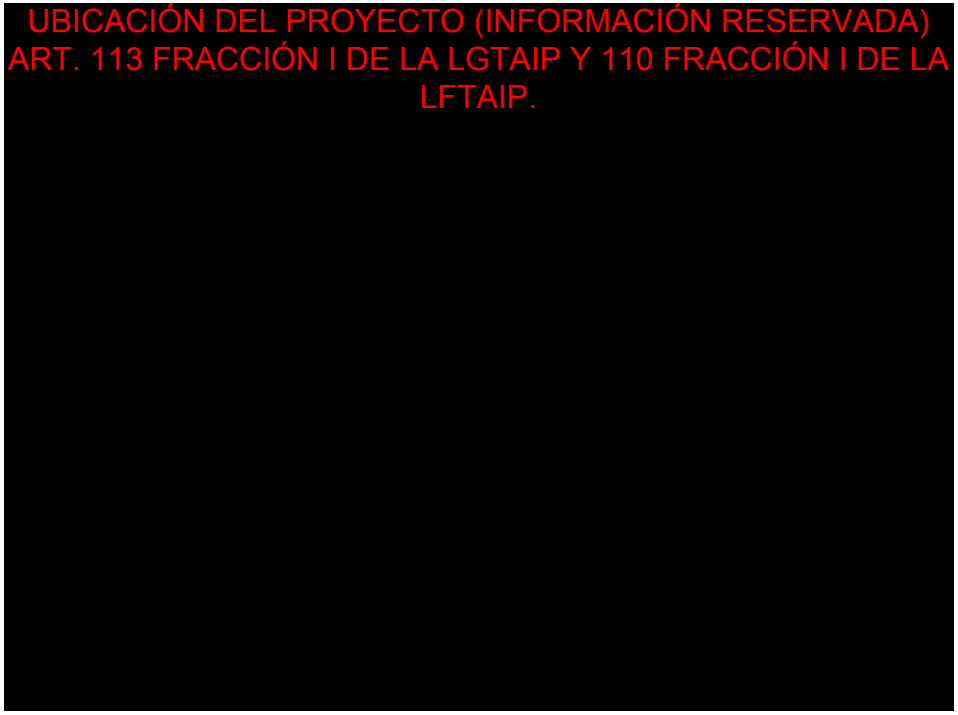


Tabla 63 Interacción de riesgo del evento E19 (ER#2).

Para prevenir el evento E19, las estaciones de regulación ER#1 y ER#2 se encuentran ubicadas en un recinto civil con perímetro restringido. Como medidas de mitigación se cuenta con sistema de monitoreo SCADA NOVO (detección de menor presión sería un indicativo de la fuga), odorización del gas natural (para alertamiento de población aledaña), cierre de válvulas de seccionamiento manuales (para corte de inventario), aplicación del procedimiento para la atención a emergencias con clave P-EM-OM-05_12 y la coordinación para atención del incendio con cuerpos de bomberos locales y protección civil.

7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Basado en los resultados del análisis cuantitativo se realizó el reposicionamiento del riesgo, con la finalidad de detectar si algún escenario fue sobre valorado o sub valorado en el análisis cualitativo, los resultados del reposicionamiento por cada escenario evaluado cuantitativamente se muestran en el **Anexo G**.

A continuación, en la **Tabla** 64 y **Figura 34** se presenta el resumen del reposicionamiento del riesgo a partir de los resultados emitidos en el análisis cuantitativo y considerando la acción de las salvaguardas del sistema, estos datos nos indican la cantidad de escenarios agrupados por tipo de riesgo (no tolerable, indeseable, aceptable, tolerable) de acuerdo con la matriz de evaluación.

Tabla 64 Distribución de escenarios derivados del reposicionamiento del riesgo.

Rubro	Región de Riesgo Inherente				Total
	A	B	C	D	
Daño al personal	0	0	5	127	**132**
	0%	0%	4%	96%	**100%**
Efecto en la población	0	0	31	101	**132**
	0%	0%	23%	77%	**100%**
Impacto ambiental	0	0	56	76	**132**
	0%	0%	42%	58%	**100%**
Daños a la instalación / pérdida de producción	0	0	65	67	**132**
	0%	0%	49%	51%	**100%**

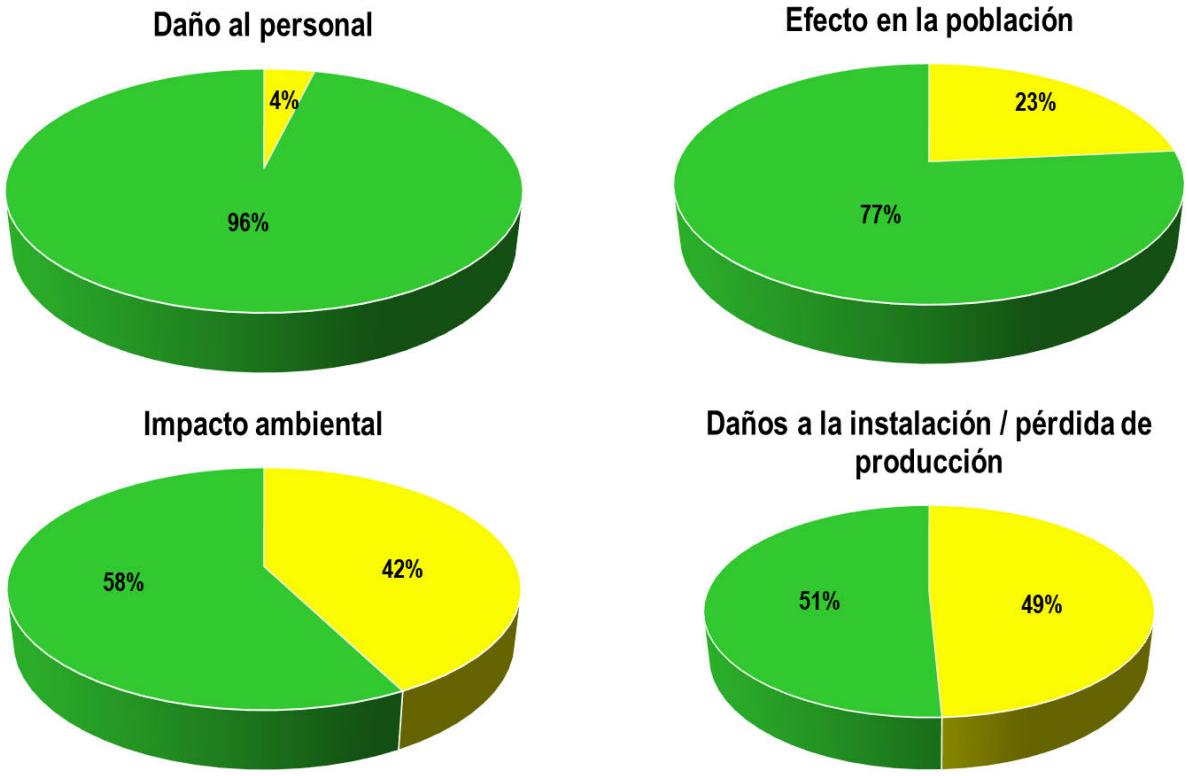


Figura 34 Distribución de escenarios derivados del reposicionamiento del riesgo.

Como se puede observar en el grafico anterior, **los cuatro rubros evaluados tienden a ubicarse en niveles de riesgo aceptable con controles y tolerable. Por lo que se considera que el Sistema de Distribución contempla en su operación las medidas de prevención y mitigación suficientes**.

.

8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

8.1 Sistemas de seguridad.

De acuerdo con lo descrito en los apartados anteriores el evento principal que se puede presentar en el SDGN La Laguna es la fuga de gas natural con potencial de generar dispersión, incendio y/o explosión. Para prevenir su ocurrencia o mitigar las afectaciones que pueda ocasionar ECOGAS cuenta con los siguientes sistemas de seguridad.

- Prevención de eventos por sobrepresión.
  - Válvula de corte por máxima presión en City Las Huertas: Las válvulas de corte trabajan de una manera automática detectando la presión que tiene el sistema aguas debajo de este dispositivo, en caso de tener una sobrepresión o que los sistemas de regulación fallen, esta entrará en operación cerrando automáticamente y cortando el flujo del gas con el objetivo de proteger el sistema de un daño por la sobrepresión ocasionada.

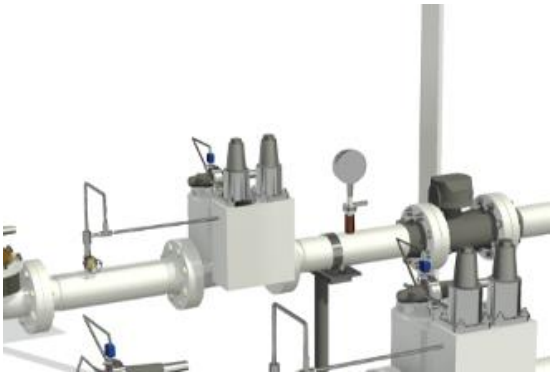


Figura 35 Representación de válvula de corte de máxima presión.

  - Válvula de alivio en City Gate Las Huertas: Este dispositivo detecta una sobrepresión en el sistema por una falla aguas arriba de este y al momento de detectarla se activa abriendo una válvula y así permitiendo liberar flujo de gas el cual permitirá bajar la presión o mantenerla en un rango que evite daños al sistema.

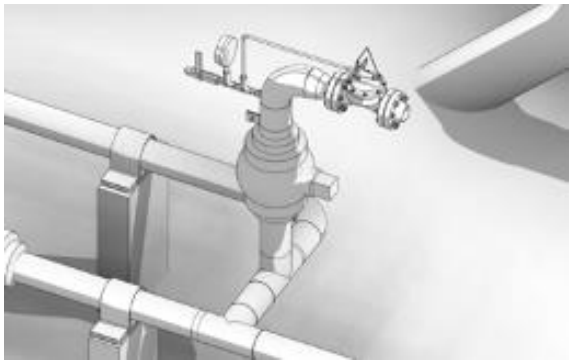


Figura 36 Representación de una válvula de alivio de presión.

- Válvula regulador monitor en City Gate Las Huertas y Estaciones de Regulación Distritales: Es un regulador adicional el cual estará monitoreando el buen funcionamiento del regulador que se encuentra en operación por medio de líneas sensoras, este detectará cualquier falla en el regulador principal y entrará en operación a falla del mismo, por lo regular tiene un diferencial de presión que le permitirá no trabajar mientras esté en funcionamiento el regulador principal.

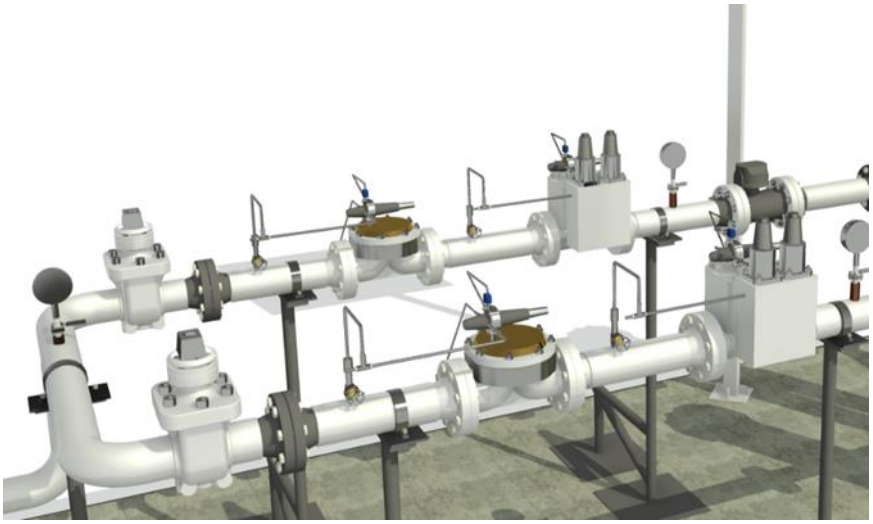


Figura 37 Representación de un regulador monitor.

- Sistema de monitoreo SCADA NOVO: El propósito de este sistema es adquirir y monitorear los diferentes registros generados en la operación de la distribución de gas natural. El sistema cuenta con alarmas de operación que llegan a los correos de Operación y Mantenimiento. Esta herramienta resulta indispensable ya que ante la activación de cualquier alarma se podrán tomar las medidas correspondientes de atención.

  Los técnicos de Medición y SCADA monitorean las condiciones operativas del sistema de distribución para las cinco plazas de ECOGAS. El sistema cuenta con módulos Hot-Stand-By para sincronización automática del servidor principal y secundario. Los cuales están localizados de la siguiente forma:

  - Principal. ECOGAS Chihuahua (Avenida Tecnológico #4505, Col. Las Granjas, Chihuahua, Chihuahua, México, CP31160)
  - Secundario. ECOGAS Mexicali (Venustiano Carranza #200, Col. Plutarco Elía, Mexicali, México. CP21390).

  Toda la información colectada por el SCADA NOVO es almacenada en una Unidad Central de almacenamiento en cada uno de los servidores.

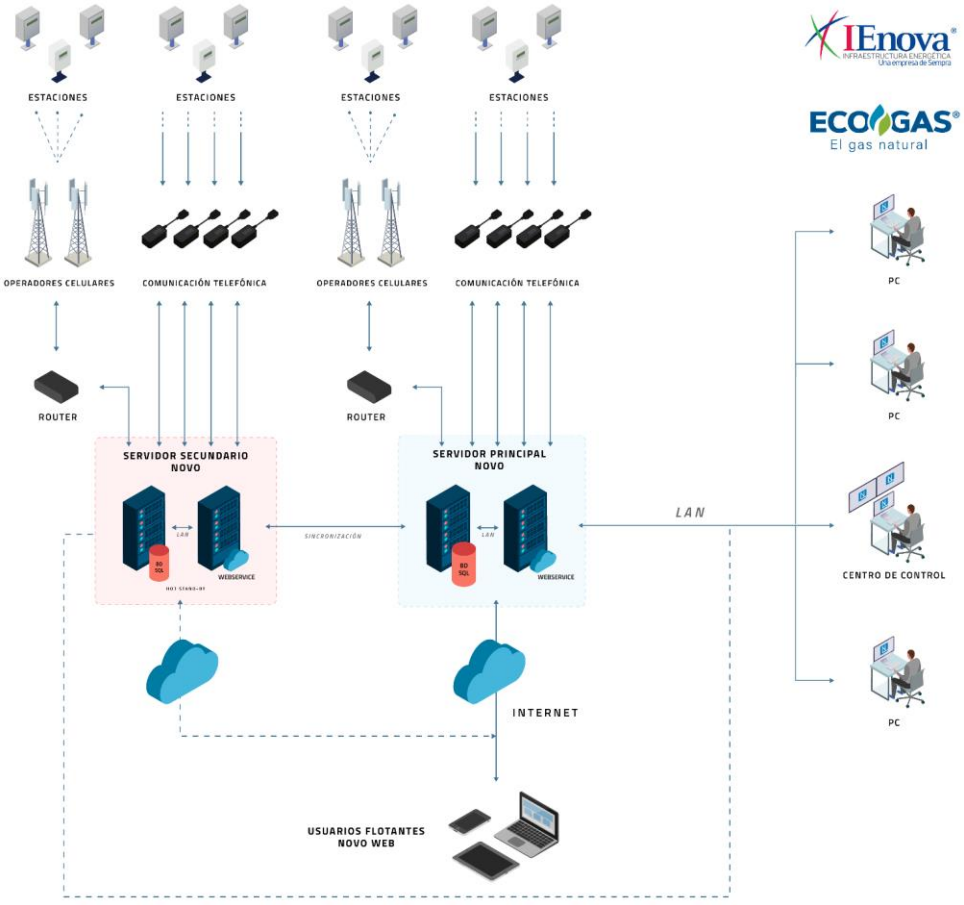


Figura 38 Diagrama esquemático SCADA.

Durante la operación normal del SDGN, las actividades generales mediante el SCADA NOVO a través del Control de Medición y los técnicos de Medición y SCADA son:

1. Monitorear las condiciones operativas del sistema de distribución.
2. Verificar que las condiciones operativas se encuentren dentro de los parámetros establecidos.
3. En caso de encontrarse alguna condición anormal el SCADA, en coordinación con las áreas involucradas, tomará las medidas correspondientes de acuerdo a los procedimientos aplicables.
4. Almacenar registros generados por el SCADA.

Los diferentes escenarios de operación que pueden presentarse durante la operación del sistema de distribución, para los cuales los Técnicos de Medición y SCADA en coordinación con el Control de Medición y SCADA deberán tomar las medidas correspondientes de acuerdo con los procedimientos operativos vigentes.

Todos los eventos que afecten la operación de los sistemas de distribución, así como las ER Distritales que dependan de dichos sistemas, tales como: cambios de condiciones de consumo, libranzas, reparaciones, rehabilitaciones, mantenimientos, etc., son programados, autorizados y comunicados oportunamente a todas las áreas operativas involucradas, incluyendo la de Medición y SCADA la cual estará en condiciones de coordinar los movimientos operativos requeridos.

- Mitigación de eventos de fuga.
  - Válvulas de seccionamiento manuales: Son dispositivos instalados en la tubería para controlar o bloquear el flujo de gas hacia cualquier sección del sistema. Las válvulas de seccionamiento son elementos indispensables para la gestión y control de la red de tuberías, permitiendo aislar tramos, atender labores de mantenimiento y/o avería, entre otras. Estas válvulas están concebidas para un funcionamiento todo/nada, es decir, para estar completamente abiertas o cerradas.

    El SDGN La Laguna cuenta con setenta y tres (73) válvulas de seccionamiento en la red de acero y cincuenta y tres (53) en la red de polietileno, las cuales están espaciadas de tal manera que permiten minimizar el tiempo de cierre de cada sección en caso de emergencia y están localizadas en lugares de fácil acceso para su operación y mantenimiento.

    El listado de las válvulas de seccionamiento se presenta en el **Anexo A**.

- Mitigación a eventos de incendio.

  Por las características propias del sistema de distribución de gas natural, no se cuenta con una red contra incendio propiamente dicha, sin embargo, se consideran algunos elementos que permiten una acción de atención ante un evento extraordinario de incendio, cabe destacar que ECOGAS da cumplimiento a los siguientes aspectos mencionados en la NOM-003-ASEA-2016, relacionados con protección contra incendio:
  - Apartado 8. Operación y Mantenimiento, subapartado 8.12 Protección contra incendio indica:

    El personal que desarrolle cualquier tipo de actividad en el Sistema de distribución, debe contar con el equipo contra incendio acorde con el tipo y dimensiones de fuego que pueda presentarse.
    El equipo contra incendio debe estar identificado y ubicado en lugares visibles, de fácil acceso y que se encuentren libres de obstáculos.
  - Apartado 8. Operación y Mantenimiento, subapartado 8.16 Durante la inspección o reparación de tuberías donde pueda haber presencia de Gas, se debe observar lo siguiente:
    f) Se debe de tener en el sitio de trabajo personal de seguridad y extintores;

    Durante la operación de las ERM no se encontrará trabajando personal de manera fija, las visitas serán de manera periódica con motivo de monitoreo y/o mantenimiento, en estos casos el personal contará con equipo necesario para atención de cualquier conato de incendio que se presente durante sus labores.
    Cuando la magnitud de la emergencia sea mayor la atención se dará en conjunto con cuerpos de emergencias locales como lo son protección civil y cuerpo de bomberos, basado en lo

establecido en el procedimiento “Preparación y Respuesta a Emergencia” con clave: SEGURIDAD-PR-08.
El total de los extintores disponibles durante actividades de operación y mantenimiento estarán contemplados en un programa de revisión mensual conforme al Apartado 8. Operación y Mantenimiento, subapartado 8.4.1 Programa de revisión mensual de extintores, de la NOM-003-ASEA-2016.

8.2 Medidas preventivas.

Durante la operación del SDGN de La Laguna se llevan a cabo diversas medidas preventivas encaminadas a evitar las condiciones fuera de control, el correspondiente deterioro al entorno ambiental y las potenciales afectaciones a personal y asentamientos humanos. Dichas actividades se incluyen en el “Procedimiento para la integridad y la seguridad en el sistema de distribución con clave: P-EM-OM-01”, incluido en el **Anexo K**, y se resumen a continuación:

- Vigilancia del sistema de distribución.

  Cualquier empleado que identifique condiciones diferentes a las de operación normal o inseguras a lo largo del sistema de distribución, interviene y reporta de manera inmediata al departamento de operación y mantenimiento.

  Los técnicos en seguridad dan seguimiento a los reportes realizados y a las órdenes de trabajo generadas del programa de mantenimiento preventivo para la vigilancia del sistema y observa las condiciones sobre y adyacentes a las líneas de gas. Si durante el recorrido se observa la presencia de emisiones fugitivas, actividades de construcción, invasiones, factores que afecten la seguridad y la operación lo reportan y dan seguimiento hasta su mitigación.

  Como parte de vigilancia al sistema de distribución se incluye la inspección de tuberías en puentes, drenes, accesos carreteros y terrenos inestables. Se investigan los siguientes conceptos:

  - Grietas, levantamientos, o hundimientos de tierra, pavimento o edificios,
  - Indicativos de fugas de gas, ej. Daño en la vegetación.
  - Daños por corrosión a tubos o soportes, por método visual (lagrimeo, descostre. Presencia de óxido etc.)
  - Realizar el acercamiento una vez al año con el personal que tenga la convivencia con la infraestructura de distribución con la obra civil dentro de la traza de la franja de desarrollo,
  - Deterioro de recubrimientos anticorrosivo mediante el método de inspección visual (por caleo, perdida de adherencia)
  - Evidencia de presiones externas inusuales (golpes a la tubería) sobre los tubos o sus soportes,
  - Áreas donde sea probable que excavaciones extensas, nivelaciones, o rellenos, puedan resultar en movimiento de tierra.
  - Postes, varillas de sistemas de tierra física, tensores o retenidas adyacentes a la tubería, acometidas eléctricas, registros.
  - Cualquier otro factor que pueda afectar la seguridad y operación de la instalación,

Los reportes de vigilancia del sistema de distribución indican condiciones peligrosas observadas, acciones correctivas realizadas o recomendadas y la localización de cualquier deficiencia en los activos de la empresa.

- Señalización.

  Cuando las tuberías se encuentran en la franja de desarrollo del sistema de carreteras o caminos federales, se colocan postes de señalamiento en áreas seguras dentro de los límites de la franja de desarrollo del sistema (DDV).

  Los señalamientos informativos, restrictivos y/o preventivos se instalan en tuberías que:

  Se ubiquen lo más cerca posible en ambos lados del cruce de una carretera, camino público, ferrocarril, cruce aéreo, fluvial y otros cuerpos de agua, cambios de dirección mayor a 30 grados e instalaciones superficiales como válvulas de seccionamiento, estaciones de regulación, y estaciones de regulación y medición.

  La distancia mínima entre cada señalamiento es de 1000 m para clases de localización 1 y 2, 500 m para clases de localización 3 y 100 m para clases de localización 4.

  El contenido mínimo de información en el señalamiento debe ser: “Advertencia, cuidado, precaución”. Estas palabras deberán tener un alto de 25 por 6 mm de ancho y ser seguido de las frases; “tubería a presión bajo tierra, gas natural”; “no cavar, no golpear, no construir”. (Esta frase puede ir en letras o en símbolo). “En caso de emergencia, llamar a: (Nombre del Distribuidor)”; “Teléfonos: Clave lada, teléfono(s) local y/o número libre de cargo” y los señalamientos deberán ir en fondo color amarillo y letras color negro.

  En los casos donde los señalamientos no puedan ser colocados debido a impedimentos del lugar o físicos del terreno, la señalización se puede realizar con las siguientes alternativas:

  Colocar el señalamiento a un lado del lomo del ducto; placas en el piso o pared (tachuelas o estoperoles), que contengan como mínimo: nombre del distribuidor, teléfono(s) del mismo, y las leyendas gas natural, no cavar. En ambos casos, el distribuidor deberá considerar

  Medidas adicionales en el programa de operación y mantenimiento.

- Recorrido para el monitoreo y detección de fugas en el sistema de distribución.

  Para la detección de fugas, ECOGAS puede aplicar los siguientes métodos:

  a) Con indicadores de gas combustible sobre o debajo de la superficie de suelo.
  b) Inspección visual.
  c) Caída de presión.
  d) Burbujeo.

  Los recorridos con el detector de fugas se realizan de la siguiente manera:

Se revisa la línea principal cada año, dentro del periodo del mes anterior y el mes posterior al mes de aniversario. Durante el recorrido se realiza un levantamiento visual sobre los problemas de corrosión en la tubería antes del medidor y de las condiciones de operación de los medidores (problemas de ubicación, corrosión, enterrados, etc.).

El objetivo de los recorridos con equipos de detección es garantizar que el área asignada para inspección sea hermética y reportar todas las fugas que pudieran ser detectadas con los métodos aprobados.

- Monitoreo de intensidad de olor.

  ECOGAS especifica los lugares de monitoreo en campo en todo el sistema que sean suficientes y tan diversos que puedan razonablemente caracterizar la fuerza del olor del gas. Las lecturas de los equipos que se utilizan son registradas en el formato de reporte de la intensidad de olor del gas emitido por el sistema de planeación para las ordenes de trabajo del departamento de operación y mantenimiento.

  El personal técnico de ECOGAS es el encargado de monitorear la intensidad del olor del gas a lo largo del sistema de distribución, debe estar capacitado para el uso correcto de equipo con el cual realizará pruebas en puntos estratégicos y con ello garantizar la correcta intensidad de odorante para ser detectado mediante el olfato al 1% del límite inferior de explosividad (LIE) de acuerdo a la Normativa vigente.

- Control de corrosión externa en tubería de acero enterrada.

  Las estructuras metálicas o tuberías de acero enterradas están expuestas a los efectos de la corrosión externa como consecuencia del proceso electroquímico que ocasiona el flujo de iones del metal de la tubería al electrolito que la rodea. Para reducir este efecto, es necesario ejercer un control de los factores que influyen en el proceso de corrosión, donde la adecuada selección del material de la tubería y la aplicación de los recubrimientos son los primeros medios utilizados para evitar dicho daño.

  La función del recubrimiento es aislar la superficie metálica de la tubería del electrolito que la rodea. Además del recubrimiento anticorrosivo se debe aplicar protección complementaria a la tubería mediante el uso de protección catódica. La implementación, instalación, operación y mantenimiento adecuado del control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas o sumergidas han demostrado ser una herramienta eficaz que aumenta la confiabilidad de las tuberías destinadas al transporte de fluidos.

  Para evaluar la funcionalidad del sistema de protección catódica se efectúan levantamientos de potenciales en intervalos máximos de 6 meses para zonas de campo traviesa y cada 3 meses en zona urbana.

  Los dispositivos de aislamiento eléctrico se verifican cuando menos una vez al año y se reemplazan en caso de falla.

Cuando el sistema de protección es a base impresa con rectificador, las fuentes de energía eléctrica se inspeccionan cuando menos seis veces cada año calendario a intervalos que no excedan de dos meses y medio.

En caso de ocurrir cambios positivos de potencial se toma acción inmediata particularmente en puntos de impresión de corriente eléctrica.

Todas las conexiones eléctricas e interruptores de corriente eléctrica se revisan como mínimo una vez al año, y en caso de existir alguna anomalía, se elimina o corrige.

Se realizan inspecciones cuando menos cada seis meses del recubrimiento dieléctrico en todos los tramos de las tuberías que se encuentran en superficie y áreas expuestas.

Debido a que el recubrimiento anticorrosivo de la tubería está expuesto a daños y deterioros por factores tales como: absorción de humedad, esfuerzos del terreno y desprendimiento catódico se realizaran investigaciones tendentes a identificar, cuantificar y valorar los defectos del recubrimiento dieléctrico y sus efectos en la demanda de corriente eléctrica del sistema de protección catódica seleccionado, estableciendo la conveniencia de repararlos y/o administrar la protección catódica en esas áreas desnudas de la tubería.

Cuando se detectan daños en el recubrimiento anticorrosivo que sean de una magnitud que justifique su reposición, se aplican recubrimientos anticorrosivos compatibles con el existente.

En cuanto a la City Gate Las Huertas y las Estaciones de Regulación Distritales se realizan actividades de inspección y mantenimiento conforme a lo establecido en el “Procedimiento para inspección y mantenimiento a los sistemas de regulación y medición con clave: P-EM-OM-03”, incluido para consulta en el **Anexo K**, donde se incluye lo siguiente:

- Inspección inicial.
  - Revisión de porcentaje de gas en el ambiente antes de abrir las tapas (si aplica)
  - Fumigación (confirmar que se realiza de acuerdo al programa de mantenimiento anual)
  - Revisión y lubricación de tapas y candados.
  - Limpieza general.
  - Reposición y/o instalación de señalamientos de gas natural (si se requiere).
  - Reposición y/o instalación de accesorios (etiquetas, aisladores, soportes).
  - Instalación de postes de contención (si se requiere).
  - Ajuste de tornillería a escaleras y accesorios de seguridad.
- Mantenimiento al sistema de regulación.
  - Ubicación de posibles fugas.
  - Inspección de presiones y determinación de condiciones de funcionamiento.
  - Cambio de flujo de gas (by-pass, si se requiere).
  - Inspección de filtros principales de control y/o reposición de elementos.
  - Mantenimiento interno a reguladores principales y de control y/o reposición de elementos.

- Mantenimiento interno de válvulas alivio.
- Reparación de fugas.
- Verificación de funcionamiento de manómetros.
- Reposición o reparación de líneas sensoras (si se requiere).
- Inspección de válvulas de entrada y salida, tanto generales como derivadoras.
- Calibración de válvula de alivio (sistemas de regulación que no estén en registros).
- Ajuste al regulador de monitoreo.
- Ajuste al regulador de servicio.
- Puesta en servicio.
- Pintura en áreas oxidadas.
- Inspección de la presión real de servicio.
- Llenado de formatos de registros de mantenimiento.
- Archivo y control de formatos de mantenimiento.

- Mantenimiento al sistema de medición.
  - Medidor: Cambio de aceite o lubricación, inspección visual para ubicar fugas de aceite, prueba de reloj para verificar parámetros de medición, verificación del funcionamiento del contador, inspección de rotación y ruidos.
  - Corrector de volumen: Levantamiento de información (lectura corregida, lectura sin corregir y flujo al instante en m^3), revisión de voltaje en baterías, revisión del factor total de corrección, revisión de fugas en suministro de presión, limpieza de aceite en sensor de temperatura, mantenimiento al sistema de información del electrocorrector.(Configuración de condiciones base), ajuste de lecturas de acuerdo al tiempo que se estuvo en *by-pass*, se debe llenar el formato F-EM-OM-05.
- Mantenimiento al sistema de protección catódica.
  - Verificación de funcionamiento de insulados de entrada y salida, así como en cada punto de sujeción de los soportes.
  - Verificación de interfaces suelo-aire
  - Verificación de pasamuros.

En caso de que la emergencia se presente, ECOGAS, aplica el “Procedimiento para la atención a Emergencias, clave: P-EM-OM-05”, incluido en el **Anexo K**, este procedimiento tiene como objetivo el asegurar la integridad y seguridad del personal así como de los procesos que involucran realizar las actividades del área de mantenimiento preventivo, estableciendo las directrices generales para la atención de una emergencia en el Sistema de Distribución de Gas Natural de ECOGAS México y así controlar y minimizar los efectos negativos que podría suceder un evento hacia las personas, el medio ambiente e instalaciones.

Este documento incluye los siguientes procedimientos:

- Atención a reportes a olores de gas.
- Marcajes preventivos.
- Daño al sistema de distribución. Cuando se reporten incidentes al sistema de distribución por daño parcial o total en el sistema.
  - Aseguramiento del perímetro.
  - Proceso de evacuación.
  - Proceso de fin de la emergencia y retorno a la normalidad.
- Celajes/ Patrullajes al Sistema de Distribución

8.3 Recomendaciones técnico-operativas.

Como resultado del presente Estudio de Riesgo Ambiental se generaron las siguientes recomendaciones técnico operativas, como punto de mejora para administrar la actividad de distribución de gas natural en niveles de riesgo tolerables.

Tabla 65 Recomendaciones de la identificación de peligros y escenarios de riesgo.

No.	Recomendación	Identificación del nodo, sistema o km	Elemento SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de riesgo asociado		Responsable	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
1	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS.	Tramos de polietileno.	Investigación de incidentes y accidentes.	8.2.1.1, 8.2.1.2, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 10.2.1.1, 10.2.1.2, 11.2.1.1, 11.2.1.2	Ruptura de ducto de polietileno a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	Operación y Mantenimiento	B
2	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.	SDGN La Laguna	Preparación y respuesta a emergencias.	General	Fuga de gas natural en el SDGN La Laguna.	HSE, Operación y Mantenimiento	B
3	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016.	Estaciones de Regulación y Medición Distritales.	Mejores prácticas y estándares.	8.1.1.1, 8.1.1.2, 9.1.1.1, 9.1.1.2, 10.1.1.1, 10.1.1.2, 11.1.1.1, 11.1.1.2	Fuga en ducto de polietileno por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	Operación y Mantenimiento	D

A continuación, se presenta el programa para su implementación.

Tabla 66 Programa para la implementación de las recomendaciones.

Escenario de riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de riesgo	Recomendación	Responsable	
8.2.1.1, 8.2.1.2, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 10.2.1.1, 10.2.1.2, 11.2.1.1, 11.2.1.2	1	B	Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS.	Operación y Mantenimiento	2023
General	2	B	Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes con base en las Disposiciones Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.	HSE, Operación y Mantenimiento	2023
8.1.1.1, 8.1.1.2, 9.1.1.1, 9.1.1.2, 10.1.1.1, 10.1.1.2, 11.1.1.1, 11.1.1.2	3	D	Verificar que todas las ERM donde la presión de operación a la entrada sea mayor a 689 kPa cuenten don dos elementos de seguridad por presión conforme al apartado 6.6.1.5 de la NOM-003-ASEA-2016.	Operación y Mantenimiento	2023

9. CONCLUSIONES.

El presente estudio consideró la identificación y evaluación de riesgos asociados a la operabilidad del SDGN La Laguna, cuyo alcance comprende la infraestructura mencionada en los antecedentes del presente estudio. El desarrollo del estudio, se enfocó en el análisis de los tramos de tubería principal de acero y polietileno, ya que por sus condiciones operativas (presión y tasa de flujo), estos presentaran las mayores afectaciones en caso de un evento no deseado.

Como parte del análisis preliminar se aplicaron dos (02) metodologías la primera fue la lista de verificación con dos objetivos principales; el primero cerciorar que la operación del SDGN La Laguna es acorde a la normatividad vigente aplicable a la actividad de distribución de gas natural (NOM-003-ASEA-2016) y el segundo identificar los peligros intrínsecos a la operación. Como metodología complementaria se realizó el análisis de histórico de accidentes e incidentes.

De la lista de verificación basada en la NOM-003-ASEA-2016 se identificó que ECOGAS cuenta con los mecanismos necesarios para lograr el cumplimiento en materia de operación y mantenimiento. La única desviación identificada corresponde a que el SDGN La Laguna no cuenta con un Programa para la Prevención de Accidentes actualizado, por lo que una vez se cuente con la resolución de la infraestructura adicional construida este deberá ser actualizado.

A través de la lista de verificación basada en la NOM-009-ASEA-2017, se identificaron veintidós (22) peligros con potencial de presentarse durante la operación del Sistema de Distribución, estos fueron retomados en análisis cualitativo para identificar sus potenciales causas de liberación, consecuencias, salvaguardas y el nivel de riesgo asociado.

Para el análisis de antecedentes de accidentes e incidentes se emplearon bases de datos nacionales e internacionales para identificar eventos que estén involucrados con el manejo del gas natural, de este análisis se reconocen dos factores importantes para originar una fuga, el primero corresponde a causas internas como son la integridad mecánica, fallo de dispositivos, errores del operador y el segundo, a causas externas como lo son por golpes por excavaciones y vandalismo. En cuanto a las consecuencias que presentaron los eventos analizados el 48% presento lesiones y el 42% fueron incidentes sin consecuencias relevantes.

Tomando como base los resultados obtenidos en el análisis preliminar de riesgos y peligros, se realizó el análisis cualitativo con la metodología ¿Qué pasa sí…?, en este análisis se identificaron ciento treinta y dos (132) escenarios de riesgo, de los cuales veintiocho (28) presentan nivel de riesgo no tolerable o indeseable (tipo A y B) en alguno de los rubros evaluados (personal, población, medio ambiente o instalación/producción) sin considerar la acción de salvaguardas (riesgo inherente).

Posteriormente se listaron las salvaguardas existentes para así obtener el nivel de riesgo operativo dando como resultado que ocho (08) permanecen en región de riesgo indeseable, estos escenarios tienen como causa el golpe externo en ductos de polietileno, para prevenir su ocurrencia se estableció la recomendación de “Reforzar la estrategia de comunicación con las empresas y entidades de gobierno que intervienen en el derecho de vía compartido con el Sistema de Distribución La Laguna para reducir las intervenciones sin supervisión de ECOGAS.”

De los ciento treinta y dos (132) escenarios de riesgo identificados, noventa y uno (91) están asociados a la liberación de gas natural, estos escenarios fueron seleccionados para realizar el análisis cuantitativo de frecuencias y consecuencias con la finalidad de verificar que ninguno haya sido sobre valorado o sub valorado. Posterior a la selección escenarios, se agruparon los que presentan características de evaluación similares, generándose así un catálogo de treinta y dos (32) eventos.

La evaluación cuantitativa de frecuencias se realizó aplicando la metodología de árboles de eventos para conocer la frecuencia de ocurrencia por tipo de consecuencia (dispersión, incendio, explosión), esta metodología dio como resultado que el evento con la frecuencia de ocurrencia mayor es el E23 asociado a la fuga de gas natural en ducto de polietileno de 2”, esto se debe en gran parte a que es la sección del SDGN que posee la mayor longitud (634,748 m) por lo que se encuentra más propenso a sufrir daños o fallas durante su operación. Este evento tiene una probabilidad del 20 % de generar ignición inmediata (dardo de fuego), del 24% de un incendio de nube, del 16% de una explosión y del 40 % de generarse una fuga de gas natural sin ignición (dispersión).

El análisis de consecuencias se realizó con el simulador PHAST 8.61, con este análisis se establecieron las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de acuerdo a los umbrales establecidos por la ASEA, con el objetivo de poder determinar la vulnerabilidad e interacciones de riesgo del SDGN.

De este análisis se determinó que el evento que presenta mayores afectaciones corresponde al “E01. Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo”, para prevención de este evento, la City Gate se encuentra ubicada en un recinto civil con perímetro restringido, malla ciclónica y candados, así mismo se realizan recorridos al sitio para identificar condiciones de riesgo que se puedan presentar en la instalación, por lo que a pesar de ser el evento con mayores consecuencias su frecuencia de ocurrencia es baja (1E-06 oc/año), ubicándose en región de riesgo tolerable.

De los treinta y dos escenarios evaluados, el evento con potencial de generar un efecto domino es:

- E19 Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.

  En caso de presentarse en la ER#1 (adicional construida) podría afectar al tanque de gas ubicado en el patio de la compañía Maquinaria Pesada Laguna S.A. de C.V.

  Si se presenta en la ER#2 (Autorizada) podría afectar a la estación de servicio para expendio de gasolina y diésel cercana.

Para prevenir el evento E19 las estaciones de regulación ER#1 y ER#2 se encuentran ubicadas en un recinto civil con perímetro restringido.

El SDGN La Laguna se encuentra ubicado en zona urbana por lo que todos los eventos tendrían interacción con vialidades de la localidad y potencial impacto a viviendas o edificaciones de ocupación temporal.

Tomando los resultados del análisis cuantitativo se realizó el reposicionamiento del riesgo, obteniendo que en los cuatro rubros evaluados el riesgo permanece en zona tan bajo como sea razonablemente práctico (ALARP) acorde a los criterios de ECOGAS.

En el presente estudio se generaron tres (03) recomendaciones, en principio, al considerar su implementación, el nivel de riesgo de los escenarios asociados tenderá a ubicarse en las áreas de riesgo tolerable.

Lo descrito anteriormente permite establecer que ECOGAS cuenta con los mecanismos necesarios para continuar con la operación segura del SDGN La laguna, basado en la normatividad vigente; y con fundamento en implementación de las buenas prácticas; por lo que se concluye que las obras adicionales construidas son viables desde el punto de vista de riesgo ambiental.

Cabe señalar que, para mantener un nivel de riesgo aceptable, se sugiere a ECOGAS, en principio dar cumplimiento a las Recomendaciones Técnico operativas derivadas del presente estudio y continuar con el cumplimiento de la disciplina operativa, de seguridad y protección ambiental a través de la adecuada y oportuna gestión de riesgos dentro del marco regulatorio y prácticas recomendadas.

10. RESUMEN EJECUTIVO.

En el presente Estudio de Riesgo, se identifica, caracteriza y valora de forma objetiva, cada uno de los componentes y factores relevantes del sistema de riesgo ambiental. El sistema de riesgos ambiental está compuesto por cuatro componentes:

- Fuente de riesgo: En este componente se analiza en detalle la peligrosidad de la sustancia y la cantidad potencial involucrada en la fuga. La sustancia fugada, gas natural, contiene metano en mayor proporción que es considerado como uno de los gases de efecto invernadero y contaminante, el metano es el principal precursor del ozono troposférico. El gas natural no presenta riesgo de potencial exposición de bioacumulación. Una potencial fuga de gas natural no generaría efectos adversos sobre la vegetación, tampoco se espera un deterioro de la estructura del suelo. En caso de fuga de gas natural se espera una dispersión inmediata ($P_{ebullición}$ = -165°C) sin posibilidad de condensarse y alcanzar cuerpos de agua superficial.
- Sistema de control primario: Son los equipos o medidas de prevención, control o mitigación, dispuestos en el SDGN por ECOGAS, con la finalidad de mantener una determinada fuente de riesgos en condiciones de control permanente, de forma que no afecte significativamente al ambiente, en este aspecto en caso de presentarse una fuga ECOGAS cuenta con válvulas de seccionamiento manuales en la trayectoria de los ductos y válvulas de cierre automático por alta y baja presión en la City Gate Las Huertas, cuya función será el control primario de la fuga todo esto será desarrollado por personal capacitado y miembros de la brigada de emergencias.
- Sistema de transporte: Este componente describe en qué casos las fuentes de riesgo pueden alcanzar al medio receptor y estimar si el transporte en el mismo (aire, agua, suelo), puede poner a la fuente de riesgo en contacto con el receptor. En caso de la fuga de gas sin ignición, se encontró durante la simulación de consecuencias que dadas las características de la sustancia el único medio de transporte sería el aéreo, este alcanzará a desplazar un porcentaje de gas natural antes de ascender totalmente hacia la atmósfera por ser muy ligero en comparación con el aire (densidad relativa 0.61).
- Receptores vulnerables: La evaluación de receptores indica a partir de una valoración del entorno natural y socioeconómico, el nivel potencial de afectación y por ende la vulnerabilidad de los receptores ambientales. El SDGN La Laguna se encuentra en un área urbana, donde existen diversos puntos vulnerables de población e interacciones de riesgo con instalaciones que empleen sustancias químicas peligrosas por tal motivo ECOGAS cuenta con medidas de prevención enfocadas en reducir la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados.

De acuerdo con lo descrito, el punto más significativo del presente estudio son las fugas de gas natural en los ductos de distribución, Estaciones de Regulación Distritales o en el City Gate Las Huertas, estas fugas pueden ser causadas por problemas de integridad mecánica, fallas en el sistema de regulación de presión o por factores externos como lo son golpes por terceros o vandalismo. Por las características del gas natural, la mayor afectación al ambiente se generaría en caso de que esta encuentre un punto de ignición, ocasionando daños a componentes ambientales como la vegetación, perturbaciones al suelo y al aire por contaminación con polvos y partículas suspendidas generadas por el incendio.

El principal componente que se verá afectado será el humano, ya que el SDGN se encuentra ubicado en zona urbana donde existen múltiples viviendas, vialidades y centros de concentración de población; los sistemas de seguridad y medidas preventivas indicadas en el **Apartado 8** garantizan el prevenir, controlar y contener un posible incidente relacionado con los eventos analizados y también tienden a evitar que se genere una cadena de sucesos que lleven a la ocurrencia de un incidente catastrófico.

Con base en los resultados descritos en el **Apartado 6**, es factible aseverar que los eventos analizados no pondrán en riesgo la estructura y función del ecosistema del sistema ambiental.

El informe técnico mediante el formato establecido en el Anexo 5 de la Guía para elaborar Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos emitida en julio de 2020, se presenta a continuación.

1. Datos Generales

Fecha de elaboración	02 de diciembre de 2022		
a. DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO			
Nombre de la empresa:	INERCO Consultoría México S.A. de C.V.		
Nombre de la persona responsable:	Victor Manuel Alonso Córdova	Cargo:	Responsable del Área Seguridad Industrial
b. DATOS GENERALES DEL REGULADO			
CURR:	ASEA-EOM17003C	RFC:	EME9704037Q8
Nombre, razón o denominación social:	ECOGAS MEXICO S DE RL DE CV		
Nombre del Proyecto:	Sistema de Distribución de Gas Natural La Laguna		
Objetivo del Proyecto:	Distribución de gas natural.		
c. UBICACIÓN DEL PROYECTO*			
Calle y número	-	Colonia /Localidad	-
Municipio / Alcaldía	Torreón	Estado	Coahuila
Código Postal	-		
d. DOMICILIO PARA OÍR O RECIBIR NOTIFICACIONES			
Calle y número	Paseo de la Reforma 342	Colonia /Localidad	Juárez
Municipio / Alcaldía	Cuauhtémoc	Estado	Ciudad de México
Código Postal	06600		
Teléfonos	(614) 1122877	Correo electrónico	amartinez@ienova.com
Nombre del representante legal del Regulado	Sergio Romero Orozco		
Cargo	Representante Legal		

e. ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3º., fracción XI de la Ley de la ASEA)

a	Reconocimiento y exploración superficial, y exploración y extracción de Hidrocarburos	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo	c	~~Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento, distribución y expendio de gas~~	d	Transporte, almacenamiento, distribución y expendio de gas licuado de petróleo	e	Transporte, almacenamiento, distribución y expendio de petrolíferos	f	Transporte por ducto y almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo

2. Generalidades del terreno.

a. USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA EL PROYECTO.									
	Agrícola / Pecuario		Rural		Habitacional		Industrial		Forestal
	Comercial	X	Mixto						
b. EL PROYECTO SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS									
	Zona industrial			Zona Habitacional		Zona suburbana			
	Parque Industrial	X		Zona urbana		Zona rural		Zona marina	
c. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.					**d. SUPERFICIE**				
Coordenada X		Mostrado en el Anexo A.			Requerida		193,066.1		m^2
Coordenadas Y		Mostrado en el Anexo A.			Total		193,066.1		m^2

3. Sustancias transportadas por ductos.

No.	Clave de escenario	Nombre químico de la sustancia (IUCPAC)	No. CAS	Riesgo Químico					Flujo (m^3/d)	Densidad (kg/m3)	Longitud (m)	Diámetro (in)	Presión (psi)		Espesor (in)	Descripción de la trayectoria
				C	R	E	T	I					Operación	Diseño		
1	E01 – E02	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X	Variable por el consumo de los usuarios	0.68	10	10	500	700	ND	Terrestre
2	E03-E05	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	20,120	16	200	700	0.25	Terrestre
3	E06-E08	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	6,110	12	200	700	0.25	Terrestre
4	E09 – E11	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	22,174*	8	200	700	0.322	Terrestre
5	E12 – E14	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	31,772*	6	200	700	0.25	Terrestre
6	E15 – E17	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	9,511*	4	200	700	0.213	Terrestre
7	E18-E20	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	10	4	200	700	ND	Terrestre
8	E21 – E23	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	43,387	6	35	100	ND	Terrestre
9	E24 – E26	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	63,967	4	35	100	ND	Terrestre
10	E27 – E29	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	3,537	3	35	100	ND	Terrestre
11	E30 – E32	Metano	8006-14-2	-	-	X	-	X		0.68	634,748	2	35	100	ND	Terrestre

ND: No disponible.
*Considera el total de red de distribución construida y en operación .

4. Escenarios de riesgo modelados.

No.	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada	Componente ambiental afectado
							Etapa de operación				Unidad o equipo de proceso		
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
1	E01	Ruptura de tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a un golpe externo (Golpe con vehículo, vandalismo, labores de mantenimiento por parte de CENAGAS o PEMEX).	X	-	X	X	-	-	X	-	City Gate Las Huertas	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
2	E02	Fuga por un orificio de 2" en tubería de acero de 10" dentro de la City Gate Las Huertas a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	X	-	X	X	-	-	X	-	City Gate Las Huertas	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
3	E03	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 16"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
4	E04	Ruptura de ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	X	-	-	X	-	Ducto de acero 16"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
5	E05	Fuga por un orificio de 3.2" en ducto de acero de 16" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 16"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
6	E06	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 12"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
7	E07	Ruptura de ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	X	-	-	X	-	Ducto de acero 12"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
8	E08	Fuga por un orificio de 2.4" en ducto de acero de 12" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 12"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población

4. Escenarios de riesgo modelados.

No.	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada	Componente ambiental afectado
							Etapa de operación				Unidad o equipo de proceso		
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
9	E09	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 8"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
10	E10	Ruptura de ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	X	-	-	X	-	Ducto de acero 8"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
11	E11	Fuga por un orificio de 1.6" en ducto de acero de 8" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 8"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
12	E12	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
13	E13	Ruptura de ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
14	E14	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de acero de 6" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
15	E15	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
16	E16	Ruptura de ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a un golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
17	E17	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de acero de 4" a condiciones de operación debido a corrosión, erosión	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de acero 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población

4. Escenarios de riesgo modelados.

No.	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de operación				Unidad o equipo de proceso		
							Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
		o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.											
18	E18	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición por sobrepresión debido a la falla del regulador de presión dentro de la City Gate Las Huertas.	X	-	X	X	-	-	X	-	ERM Distrital	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
19	E19	Ruptura de tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a un golpe con vehículo o vandalismo.	X	-	X	X	-	-	X	-	ERM Distrital	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
20	E20	Fuga por un orificio de 0.80" en tubería de acero de 4" dentro de la Estación de Regulación y Medición a condiciones de operación debido a corrosión o erosión.	X	-	X	X	-	-	X	-	ERM Distrital	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
21	E21	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
22	E22	Ruptura de ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
23	E23	Fuga por un orificio de 1.2" en ducto de polietileno de 6" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 6"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
24	E24	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
25	E25	Ruptura de ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población

4. Escenarios de riesgo modelados.

No.	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación					Metodología empleada	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de operación				Unidad o equipo de proceso		
							Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios			
26	E26	Fuga por un orificio de 0.8" en ducto de polietileno de 4" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 4"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
27	E27	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 3"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
28	E28	Ruptura de ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 3"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
29	E29	Fuga por un orificio de 0.6" en ducto de polietileno de 3" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 3"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
30	E30	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" por sobrepresión debido a la falla del regulador dentro de la Estación de Regulación y Medición Distrital.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 2""	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
31	E31	Ruptura de ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a golpe externo (actividades de la región, labores de mantenimiento en sistemas de drenaje, vandalismo).	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 2"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población
32	E32	Fuga por un orificio de 0.4" en ducto de polietileno de 2" a condiciones de operación debido a erosión o sometimiento del ducto a tensión en cruzamientos.	X	-	X	-	-	-	X	-	Ducto de polietileno de 2"	Análisis de consecuencias	Aire, suelo, vegetación, población

5. Criterios para la estimación de consecuencias.

Programa de simulación empleado:			PHAST 8.61										
No.	Clave	Tipo de caso simulado	Tipo de liberación		Tamaño de fuga (plg)	Tasa de fuga (kg/s)	Inventario total (kg)	Tiempo de fuga (s)	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	Humedad relativa	Presión en el punto de fuga (psi)	Temperatura en el punto de fuga (°C)	Estado físico en el punto de fuga
			Masiva	Continua										
1	E01	PC	-	X	10.00	286.49	515678.40	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
2	E02	CMP	-	X	2.00	11.46	20627.10	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
3	E03	CA	-	X	3.20	29.54	53163.90	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
4	E04	PC	-	X	16.00	298.79	537822.00	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
5	E05	CMP	-	X	3.20	11.95	21512.88	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
6	E06	CA	-	X	2.40	16.61	29904.66	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
7	E07	PC	-	X	12.00	168.07	302524.20	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
8	E08	CMP	-	X	2.40	6.72	12100.97	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
9	E09	CA	-	X	1.60	7.38	13290.84	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
10	E10	PC	-	X	8.00	74.70	134454.60	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
11	E11	CMP	-	X	1.60	2.99	5378.22	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
12	E12	CA	-	X	1.20	4.15	7476.12	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
13	E13	PC	-	X	6.00	42.02	75631.14	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
14	E14	CMP	-	X	1.20	1.68	3025.62	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
15	E15	CA	-	X	0.80	1.84	3303.00	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
16	E16	PC	-	X	4.00	18.67	33613.74	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
17	E17	CMP	-	X	0.80	0.75	1344.55	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
18	E18	CA	-	X	0.80	1.83	3294.00	1800	1.5	AB / F	40%	500.00	25.00	Gas
19	E19	PC	-	X	4.00	18.57	33418.26	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
20	E20	CMP	-	X	0.80	0.74	1336.68	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
21	E21	CA	-	X	1.20	1.67	3006.00	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
22	E22	PC	-	X	6.00	9.09	16370.28	1800	1.5	AB / F	40%	35.00	25.00	Gas
23	E23	CMP	-	X	1.20	0.36	654.80	1800	1.5	AB / F	40%	35.00	25.00	Gas
24	E24	CA	-	X	0.80	0.74	1335.60	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
25	E25	PC	-	X	4.00	4.04	7272.00	1800	1.5	AB / F	40%	35.00	25.00	Gas
26	E26	CMP	-	X	0.80	0.16	291.02	1800	1.5	AB / F	40%	35.00	25.00	Gas
27	E27	CA	-	X	0.60	0.42	751.86	1800	1.5	AB / F	40%	200.00	25.00	Gas
28	E28	PC	-	X	3.00	2.27	4086.00	1800	1.5	1.5	40%	35.00	25.00	Gas
29	E29	CMP		X	0.60	0.09	162.00	1800	1.5	1.5	40%	35.00	25.00	Gas
30	E30	CA		X	0.40	0.19	334.08	1800	1.5	1.5	40%	200.00	25.00	Gas
31	E31	PC		X	2.00	1.01	1818.00	1800	1.5	1.5	40%	35.00	25.00	Gas
32	E32	CMP		X	0.40	0.04	72.00	1800	1.5	1.5	40%	35.00	25.00	Gas

6. Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación.

No.	Clave	Tipo de caso	Clave del evento	Dispersión tóxica (m)			Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
				IDLH (Zona de alto riesgo)	TLV_{8h} (Zona de Amortiguamiento)	$TLV_{15\ min}$ (Zona de Amortiguamiento)	1.4 kW/m² (Zona de amortiguamiento)	5 kW/m² (Zona de alto riesgo)	37.5 kW/m² (Zona de alto riesgo a equipos	0.5 psi (Zona de amortiguamiento)	1.0 psi (Zona de alto riesgo)	10 psi (Zona de alto riesgo a equipos
1	E01	PC	E01	NSP	NSP	NSP	371.21	246.43	145.20	196.19	140.19	73.85
2	E02	CMP	E02	NSP	NSP	NSP	75.51	53.65	35.51	46.37	33.65	18.58
3	E03	CA	E03	NSP	NSP	NSP	93.26	36.72	No alcanza	No se presenta		
4	E04	PC	E04	NSP	NSP	NSP	280.68	124.12	No alcanza	130.15	81.32	23.49
5	E05	CMP	E05	NSP	NSP	NSP	60.55	22.30	No alcanza	No se presenta		
6	E06	CA	E06	NSP	NSP	NSP	70.79	26.74	No alcanza	No se presenta		
7	E07	PC	E07	NSP	NSP	NSP	213.84	92.38	No alcanza	99.17	61.91	17.84
8	E08	CMP	E08	NSP	NSP	NSP	45.91	16.13	No alcanza	No se presenta		
9	E09	CA	E09	NSP	NSP	NSP	47.94	16.97	No alcanza	No se presenta		
10	E10	PC	E10	NSP	NSP	NSP	145.49	60.51	No alcanza	67.47	42.11	12.07
11	E11	CMP	E11	NSP	NSP	NSP	31.05	10.19	No alcanza	No se presenta		
12	E12	CA	E12	NSP	NSP	NSP	36.33	12.33	No alcanza	No se presenta		
13	E13	PC	E13	NSP	NSP	NSP	110.58	44.55	No alcanza	No se presenta		
14	E14	CMP	E14	NSP	NSP	NSP	23.51	7.20	No alcanza	No se presenta		
15	E15	CA	E15	NSP	NSP	NSP	24.55	7.60	No alcanza	No se presenta		
16	E16	PC	E16	NSP	NSP	NSP	75.01	28.62	No alcanza	No se presenta		
17	E17	CMP	E17	NSP	NSP	NSP	15.87	4.30	No alcanza	No se presenta		

6. Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación.

No.	Clave	Tipo de caso	Clave del evento	Dispersión tóxica (m)			Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
				IDLH (Zona de alto riesgo)	TLV_{8h} (Zona de Amortiguamiento)	$TLV_{15\ min}$ (Zona de Amortiguamiento)	1.4 kW/m² (Zona de amortiguamiento)	5 kW/m² (Zona de alto riesgo)	37.5 kW/m² (Zona de alto riesgo a equipos	0.5 psi (Zona de amortiguamiento)	1.0 psi (Zona de alto riesgo)	10 psi (Zona de alto riesgo a equipos
18	E18	CA	E18	NSP	NSP	NSP	26.96	20.48	14.38	16.20	11.68	6.34
19	E19	PC	E19	NSP	NSP	NSP	97.45	68.53	44.46	62.58	45.46	25.17
20	E20	CMP	E20	NSP	NSP	NSP	15.89	12.57	No alcanza	10.37	7.47	4.04
21	E21	CA	E21	NSP	NSP	NSP	23.41	7.16	No alcanza	No se presenta		
22	E22	PC	E22	NSP	NSP	NSP	55.34	20.33	No alcanza	No se presenta		
23	E23	CMP	E23	NSP	NSP	NSP	11.67	2.86	No alcanza	No se presenta		
24	E24	CA	E24	NSP	NSP	NSP	15.81	4.27	No alcanza	No se presenta		
25	E25	PC	E25	NSP	NSP	NSP	37.44	12.85	No alcanza	No se presenta		
26	E26	CMP	E26	NSP	NSP	NSP	7.87	1.46	No alcanza	No se presenta		
27	E"7	CA	E"7	NSP	NSP	NSP	11.96	2.87	No alcanza	No se presenta		
28	E28	PC	E28	NSP	NSP	NSP	28.36	9.25	No alcanza	No se presenta		
29	E29	CMP	E29	NSP	NSP	NSP	5.95	No alcanza	No alcanza	No se presenta		
30	E30	CA	E30	NSP	NSP	NSP	8.06	1.35	No alcanza	No se presenta		
31	E31	PC	E31	NSP	NSP	NSP	19.16	5.64	No alcanza	No se presenta		
32	E32	CMP	E32	NSP	NSP	NSP	4.01	No alcanza	No alcanza	No se presenta		

Por último, se reitera que el objetivo del presente Estudio de Riesgo es identificar, evaluar y categorizar los riesgos potenciales asociados a la operación rutinaria y actividades críticas definidas en el alcance, desarrollado con base en la información proporcionada por el cliente y a la luz de las técnicas y procedimientos al uso, considerando criterios estrictamente técnicos y objetivos en la medida que el estado actual de la tecnología lo permite.