

<b>IX. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>IX.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....</b>	<b>5</b>
<b>IX.2 BASES DE DISEÑO .....</b>	<b>12</b>
<b>IX.3 HOJAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>52</b>
<b>IX.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>55</b>
IX.4.1 Operación.....	55
IX.4.2 Pruebas de verificación.....	55
<b>IX.5 PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>59</b>
<b>IX.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>63</b>
IX.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes .....	63
IX.6.2 Metodologías de identificación y jerarquización.....	75

## IX. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

En México la extracción de hidrocarburos en distintos campos petroleros se ha realizado desde hace más de 200 años, tiempo en el que la economía del país se ha visto beneficiada. La importancia de este producto como fuente de energía y como la base principal de la economía ha hecho que de manera constante se busque estructurar las regulaciones normativas que lo imponen como una empresa productiva y como proceso con la calidad y requerimientos internacionales, así como las que vigilan la administración de los recursos y el cuidado al ambiente. Con la intención de dar continuidad a la rentabilidad de la producción de hidrocarburos en los campos en México, últimamente se han sumado a este esfuerzo, la visión de un futuro con suficiente y adecuada inyección de inversión y presencia tecnológica, para recuperar el hidrocarburo encontrado aún en los campos maduros, como es el caso de los campos pertenecientes a la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M).

Algunos ductos por donde se transporta la producción del campo Cinco Presidentes se encuentran operando al límite de su capacidad de transporte aunado al riesgo de los ataques vandálicos. En virtud de lo anterior, se requiere del diseño y construcción de una nueva infraestructura de transporte para continuar transportando el aceite crudo del campo Cinco Presidentes, hacia el Complejo Procesador de Gas La Venta (CPGLV), de manera eficiente y segura.

La eficiencia en las actividades en campos petroleros implica el diseño, la construcción y/o la instalación de nueva infraestructura de transporte para cumplir con los objetivos planeados, lo que conlleva a vigilar que todo se realice de manera adecuada bajo el cumplimiento de las normatividades en materia de seguridad operativa y cuidados ambientales a nivel nacional e internacional, y continuar llevando en este caso, el aceite crudo del campo Cinco Presidentes al Complejo Procesador de Gas La Venta (CPGLV), de manera eficiente y segura.

En este caso, el presente estudio tiene como objetivo, analizar desde el punto de vista del riesgo ambiental, las actividades a realizar en la “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV**”, considerando que existe un plan de desarrollo con un programa para continuar con la extracción de aceite en los campos petroleros que conforman al Activo de Producción Cinco Presidentes.

*“Existen cuatro aspectos fundamentales para la correcta operación de un sistema de tuberías: seguridad, abastecimiento continuo, eficiencia económica y cumplimiento de las leyes y regulaciones [1]. A pesar de las continuas mejoras implementadas en el aspecto de seguridad; específicamente en los procesos de supervisión e inspección, accidentes y fallas en gasoductos y oleoductos continúan ocurriendo ya sea debido a errores internos (materiales, proceso de manufactura, diseño) o por interferencia externa (desastres naturales, excavaciones por terceras partes, sabotaje). Estos accidentes deben ser tomados muy seriamente no sólo debido a las pérdidas económicas que se puedan originar, sino sobre todo a la posibilidad de generar pérdida de vidas humanas y daños irreparables al medio ambiente” (Rumiche & Indacochea, ND).*

Las fallas en estructuras soldadas como oleoductos ocurren cuando el mecanismo de falla (esfuerzo mecánico, sobre presión) excede la resistencia del material (resistencia a la tracción, tenacidad de fractura). Las fallas se pueden clasificar de manera general como instantáneas y dependientes del tiempo. Una falla instantánea puede ocurrir tempranamente durante el ciclo de vida de la estructura por errores de diseño, construcción, materiales o inspección. Asimismo, una falla instantánea puede ocurrir después de varios años de operación debido a fenómenos naturales como tormentas severas, terremotos, inusuales bajas de temperatura, o por daños generados por terceros.

La frecuencia de falla en un sistema de tuberías depende de diversos factores que muchas veces no pueden ser cuantitativamente establecidos. Sin embargo, tomando en cuenta los datos históricos de escenarios de falla, así como de probabilidades de ocurrencia, se han podido establecer tablas y diagramas que muestran la mayoría de probables causas de accidentes que se pueden presentar, tal como se muestra en las **Figura IX.1**.

En un modelo más reciente, W. Kent Muhlbauer considera que, en la evaluación del riesgo en un sistema de tuberías, cada mecanismo de falla que determina la probabilidad de falla, tiene tres aspectos importantes para su estimación o medición: Exposición, Mitigación y Resistencia, los cuales se interrelacionan tal como se muestra en la **Figura IX.2**.

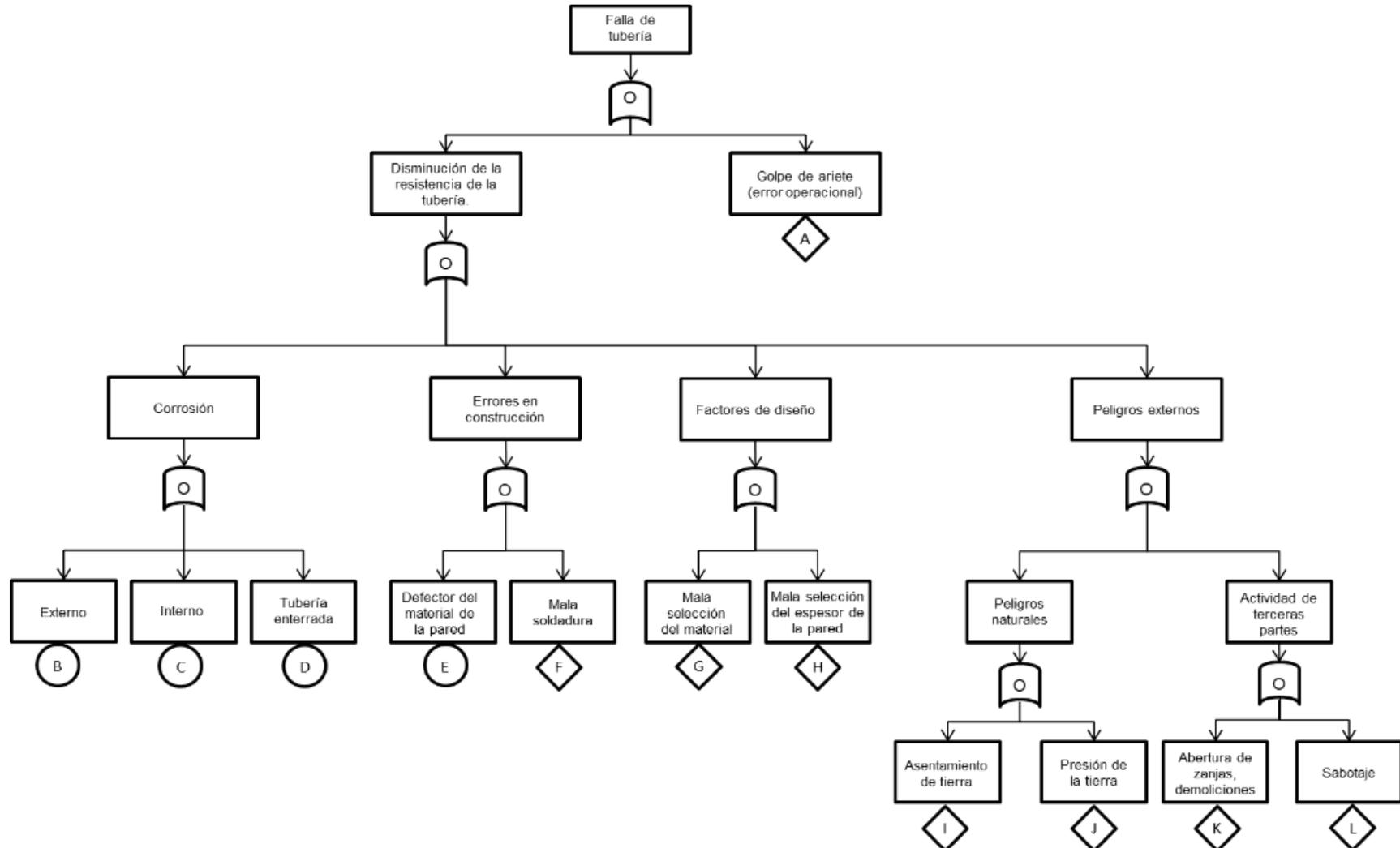


Figura IX.1. Árbol de causas de fallas en sistemas de tubería.

Fuente: M. Dziubinski, M. Fraczak y A. Markowski: Aspects of risk analysis associated with, major failures of fuel pipelines, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19, pp. 399-408, 2006.

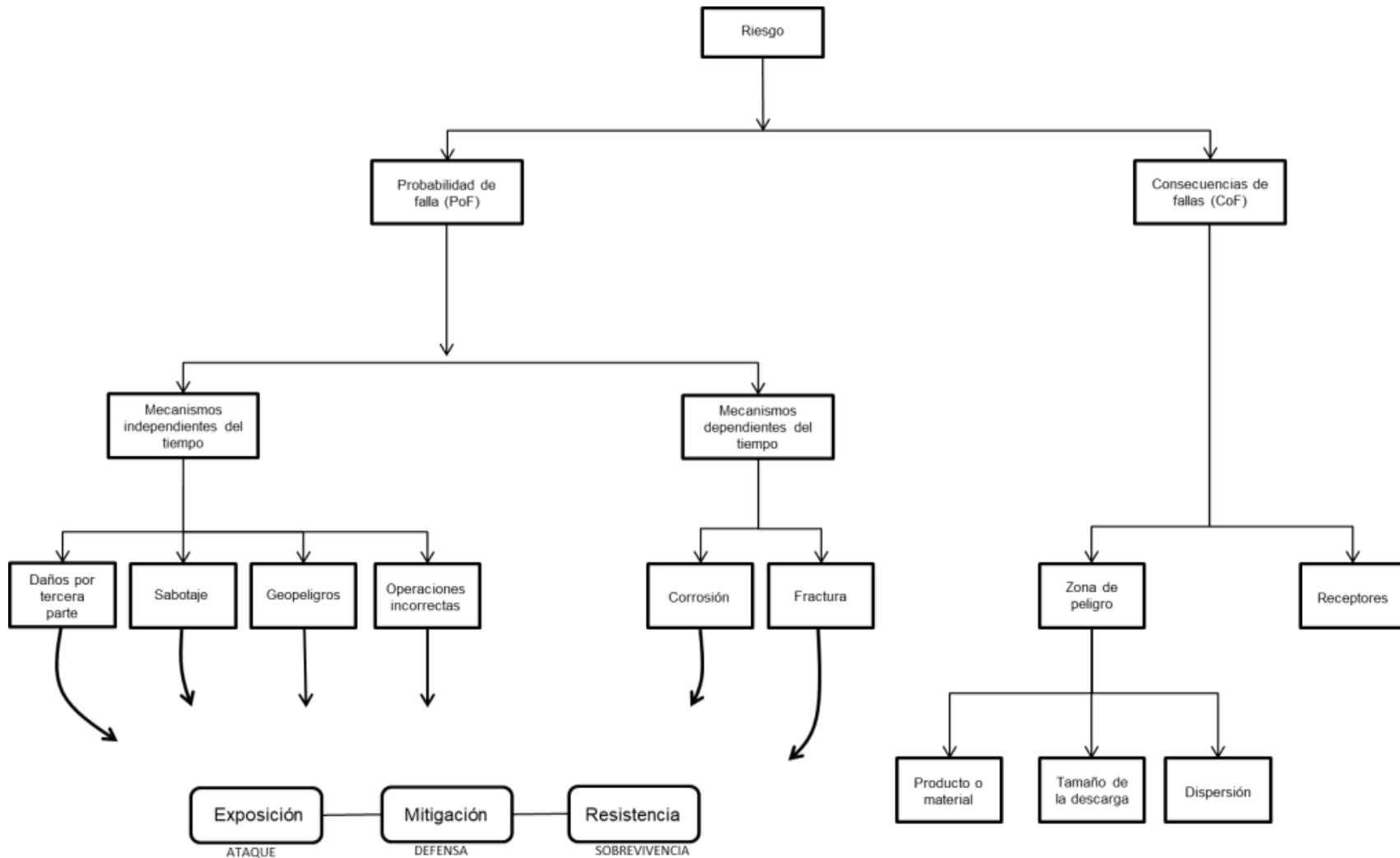


Figura IX.2. Modelo de riesgos en tuberías.

Fuente: PIPELINES RISK ASSESSMENT, The definitive approach and it's role in risk management, W. Kent Muhlbauer.

Bajo estas consideraciones históricas y técnicas mencionadas, así como las normativas que tienen como alcance la Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres, estará enmarcado el presente Análisis de Riesgo Ambiental que se refiere al **diseño, ingeniería, adquisiciones, construcción, montaje, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento, de un oleoducto de 1+128.27 km de longitud con un diámetro de 10”, proveniente de las Bateria de Separación Cinco Presidentes 1 y que se interconectará con el oleoducto de 10”Ø existente Rodador-CPGLV.**

### IX.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

El Análisis de Riesgo Ambiental tiene como eje de análisis al proyecto que se refiere a la **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**; perteneciente a la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M).

El oleoducto tendrá su punto de origen (0+000) en el Cabezal de descarga de 6”Ø de las bombas MBCI No. 4 y MBE-2 de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 y como punto de destino, la válvula manual tipo compuerta 10”-600# RTJ en interconexión con el oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV localizada en la Trampa de Lanzamiento del oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV.

En la siguiente tabla se manifiestan las especificaciones, condiciones de operación y condiciones de diseño del oleoducto:

**Tabla IX.1.** Especificaciones, condiciones de operación y diseño del oleoducto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONDICIÓN
Flujo de aceite Máx./Nor/Mín.		<b>CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.</b>
Presión Máxima		
Temperatura Máxima		
Longitud total		
Clase de localización		
Diámetro nominal		
Diámetro exterior		
Espesor de pared		
Especificación		
Presión de diseño		
Presión de prueba hidrostática		
Temperatura de diseño		

## INFRAESTRUCTURA.

### Ducto regular.

El sistema consiste en el transporte de la producción de aceite del campo Cinco Presidentes a través del oleoducto de 10" Ø, con origen en la interconexión del área de bombas de la Batería Cinco Presidentes 1, teniendo como destino al ramal de 10" Ø del oleoducto de 10" Ø Rodador - CPGLV.

### Trampas de Diablos.

Por el tipo de obra, se debe considerar el diseño y la construcción de trampas de envío y recibo de diablos de 14" x 10" Ø en la Batería Cinco Presidentes No. 1, así como en la pera de lanzamiento de salida del oleoducto.

Por lo que se contará con trampas lanzadoras y receptoras de diablos en el punto de inicio y final del ducto de 10" Ø, las cuales operarán con diablos de limpieza e inspección de última generación, con válvulas tipo esféricas en acometida y en línea regular, así mismo las trampas estarán instrumentadas con indicadores de presión local, indicadores de temperatura e indicadores de paso de diablos.

### Instrumentación y control.

Se instalará un sistema de medición de flujo de uso industrial en el origen de cada ducto, adecuado para la verificación inteligente de hidrocarburos no amargos, con elemento primario de medición formado por dos tubos internos de diseño en "U" o "recto" según aplique, con conexiones a proceso bridadas y señalización local y remota a la caseta del bombero medidor. Se considera un by-pass para su operación.

### Medidor de flujo.

El medidor de flujo contará con tecnología multivariable que mide simultáneamente las variables de proceso necesarias de caudal y densidad, además de contar con protocolos de comunicación tipo Smart Wireless. La tecnología de su transmisor contará con procesamiento digital de señales (DSP), proporcionando una respuesta más rápida de actualización que permite mediciones precisas de lote y otras mediciones de caudal en dos fases. La clasificación de presión de la caja del medidor cumplirá con las normas internacionales ASME B31.3 y NAMUR NE132.

### Válvulas de seccionamiento.

Se instalarán válvulas de seccionamiento, tipo compuerta clase 800 API, Inserto soldable, cuerpo de acero al carbón forjado, ATSM-a-105, internos de acero

inoxidable 316, 13% cromo ANSI 410, asiento y disco recubierto de estelita, asientos recambiables, bonete atornillado, tornillo exterior y yugo, disco tipo cuña sólida.

## DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL SISTEMA.

La producción de hidrocarburos del campo Cinco Presidentes es recolectada por medio de líneas de descargas de 3" Ø y 4" Ø de los pozos petroleros, los cuales son conducidos hacia los Cabezales de Recolección Periféricos. De ahí, la mezcla de fluidos es enviada a las baterías de separación Cinco Presidentes No. 1 y No. 2 por medio de oleogasoductos de 4"Ø y 8"Ø. Adicionalmente, se cuenta con líneas de descarga de pozos cercanos que llegan directamente a las baterías de separación Cinco Presidentes 1 y 2, estas se unen al aceite crudo hidratado que tiene como origen la Batería de Separación Rodador y son enviados hacia el complejo Procesador de Gas La Venta (CPGLV) a través de un oleoducto de 8"Ø (Rodador-Cinco Presidentes) para continuar en 10"Ø (Cinco Presidentes- TDD Venta 80) y finalizar en 12"Ø (TDD Venta- CPGLV). Razón por la cual, se hace necesario el diseño y la construcción de nueva infraestructura que permita incrementar la eficiencia de la producción de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M).

La opción viable para el transporte de la producción de aceite-crudo de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, es diseñar y construir un oleoducto que se interconecte con el Oleoducto 10" Ø Rodador – CPGLV, y de esta forma dar continuidad parcialmente al proceso de envío de la producción del Campo Cinco Presidentes.

El oleoducto 10"Ø Rodador – CPGLV, es una infraestructura existente que transporta el aceite crudo hidratado que se recolecta en la Batería de Separación Rodador y enviado hacia el complejo Procesador de Gas La Venta (CPGLV). En su trazo, el Oleoducto 10"Ø Rodador – CPGLV, por requerimiento de la producción que se le integra, tiene algunos cambios de dimensión: En la batería de Separación Rodador empieza como oleoducto de 8"Ø (Tramo Rodador- Cinco Presidentes ) para luego continuar en 10"Ø (Tramo Cinco Presidentes- TDD Venta 80) y finalizar en 12"Ø (Tramo TDD Venta- CPGLV).

La obra **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV”** , lleva tal nombre debido a que este nuevo oleoducto se conectará en un arreglo existente en el tramo de 10"Ø del Oleoducto Rodador–CPGLV, dentro del Campo Cinco Presidentes.

## Descripción de la obra.

El proyecto “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV**” se llevará a cabo en el trazo de un derecho de vía existente de 13 m de ancho, utilizando el método de Perforación Horizontal Direccional sobre peras de pozos (existentes), atravesando por debajo de un ramal de la laguna del Yucateco. Con esto, se pretende llevar a cabo las actividades constructivas sin afectar la zona de manglar localizada en el ramal de la Laguna. Durante las obras de construcción, el ducto pasará por debajo de la cobertura radicular de la vegetación del sitio a una profundidad entre 6 y 7 metros (Ver plano **en Capítulo VIII.1.1**), ya que el desarrollo de las raíces del manglar no excede los dos metros de profundidad.

Para asegurar la protección del medio ambiente y la entrega de la producción de aceite crudo del campo Cinco Presidentes al Complejo Procesador de Gas La Venta, la ejecución del proyecto de “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV**” se realizará conforme a la normatividad técnica vigente y se atenderán todos los requisitos en materia de Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental.

El proyecto se pretende desarrollar cerca de la costa del Golfo de México en lo que corresponde a la región fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur, en el territorio que ocupa el municipio de Cárdenas en el estado de Tabasco. La ruta de acceso principal a los campos petroleros de este activo es la carretera Federal 180 Circuito del Golfo Coatzacoalcos-Villahermosa.

De manera específica, en la **Tabla IX.2** se proporcionan las coordenadas UTM y geográficas del punto de partida y punto final del oleoducto de 10” Ø Rodador–CPGLV.

**Tabla IX.2.** Coordenadas UTM y geográficas del Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV.

COORDENADAS	UTM		GEOGRÁFICAS	
	X	Y	LONG. W	LAT. N
VÉRTICE				
Origen (km 0+000)	COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.			
Punto final (km 1+128.27)				

FUENTE: Plano D-803-ING-043-Q-200, Rev. 0, 30-04-2017

El lanzamiento del oleoducto de 10" Ø Rodador–CPGLV se realizará a través de Perforación Horizontal Direccional (PHD) desde la pera de lanzamiento existente, cuyos puntos de entrada y salida estarán en las coordenadas mencionadas en la siguiente tabla:

**Tabla IX.3.** Coordenadas UTM de los puntos de entrada y salida de la PHD.

COORDENADAS	UTM	
	X	Y
VÉRTICE		
Punto de entrada	COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.	
Punto de salida		

El oleoducto en su trazo contará con una serie de puntos de inflexión y sus correspondientes cadenamientos, los cuales integran la infraestructura en su totalidad. La ubicación de estos puntos de inflexión y cadenamientos se presentan en la **Tabla IX.4**, al igual que la distancia parcial propia de cada uno.

**Tabla IX.4.** Coordenadas UTM de los puntos de Inflexión del Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador–CPGLV.

PUNTO DE INFLEXIÓN	TIPO DE TRAMO	COORDENADAS UTM		DISTANCIA PARCIAL (m)	CADENAMIENTO (km)
		X	Y		
Punto de inicio (PP)	Zanja Normal				
PI-01	Zanja Normal				
PI-02	Zanja Normal				
PI-03	Zanja Normal				
PI-04	Zanja Normal				
PI-05	Zanja Normal				
PI-06	Zanja Normal				
PI-07	Zanja Normal				
PI-08	Zanja Normal				
PI-09	Zanja Normal				
PI-10	Zanja Normal				
PI-11	Zanja Normal				
PI-12	Zanja Normal				
PI-13	Zanja Normal				
PI-14	Cruce direccional				
PI-15	Cruce direccional				

COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

PUNTO DE INFLEXIÓN	TIPO DE TRAMO	COORDENADAS UTM		DISTANCIA PARCIAL (m)	CADENAMIENTO (km)
		X	Y		
PI-16	Cruce direccional	<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.</b>			
PI-17	Zanja Normal				
PI-18	Zanja Normal				
PI-19	Zanja Normal				
PI-20	Zanja Normal				
PI-21	Zanja Normal				
Punto final (PI-22)	Zanja Normal				

**Tabla IX.5.** Coordenadas UTM de los puntos de inicio y fin del Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV por el método de Perforación Horizontal Direccional (PHD).

PUNTO DE INFLEXIÓN	TIPO DE TRAMO	COORDENADAS UTM		DISTANCIA PARCIAL (m)
		X	Y	
<b>Perforación Horizontal Direccional en zona de manglar (1,091.542 m)</b>				
Entrada de perforación	Cruce direccional	<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.</b>		
Salida de perforación	Cruce direccional			

IMAGEN CON LA UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA).  
INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP  
Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

**Figura IX.3.** Mapa representativo del trazo del Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV.

## IX.2 BASES DE DISEÑO

Los códigos y normas aplicadas al proyecto, en el afán de garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, son en orden de secuencia prioritaria (tomando como orden, lo indicado en la “guía de estándares técnicos” 2017): leyes, reglamentos, normas y referencias mexicanas vigentes y, a falta de alguna de ellas normas internacionales. En las **Tablas IX.6 a IX.9**, se enlista una serie de normatividades de común aplicación para el diseño y la construcción de la obra en estudio:

**Tabla IX.6.** Normativas Nacionales.

No.	DESCRIPCIÓN
LGEEPA	Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
ASEA	Ley de la Agencia nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
NOM-009-ASEA-2017	Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.
RESOLUCION CNH.06.002/09	Por lo que la comisión nacional de hidrocarburos da a conocer los lineamientos técnicos para el diseño de los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos y su dictaminación.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización).
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-028-STPS-2012	Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejan sustancias químicas peligrosas.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
NOM -012-SCT-2-2008	Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal
Suplemento 7568, No. 3601 marzo de 2015	Reglamento de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del municipio de Cárdenas, Tabasco.
N.T.C.RCDF- 2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería.
N.T.C.RCDF- 2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.
N.T.C.RCDF- 2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas.
N.T.C.RCDF- 2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones.

**Tabla IX.7** Normativas Internacionales.

No.	DESCRIPCIÓN
API STD 17J	Specification For Unbonded Flexible Pipe
API STD 17K	Specification for Bonded Flexible Pipe
API STD 671	Special/purpose couplings for petroleum, chemical and gas industry services
API STD 1104	Standard for Welding Pipelines and Related Facilities
API STD. 6D	Pipe-line valves (Gate, plug, ball and check valves)
API SPEC 5L	Especificaciones para Tubería de Línea.
ASME SECTION II	Materials.
ASME SECTION V	Nondestructive examination.
ASME SECTION IX	Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators.
ASME-B16.5	Pipe Flanges And Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard
ASME B16.20	Metallic gaskets for pipe flanges ring-joint, spiral-wound and jacketed
ASME B16.21	Nonmetallic flat gaskets for pipe flanges
ASME B31.4	Sistemas de Transporte de Hidrocarburos Líquidos y Gases Licuados del Petróleo, Amoníaco Anhidro y Alcoholes.
ASME B36.10	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe
ASTM A105/A105M	Standard specification for carbon steel forgings for piping applications
ASTM A106/A106M	Standard specification for seamless carbon steel pipe for high temperature service
ASTM A234/A234M	Standard specification for piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and high temperature service
ASTM A530	Especificaciones Estándar para Requisitos Generales para Tubos Especiales de Acero al Carbono y Aleaciones de Acero.
ASTM A36/A36M	Standard specification for carbon structural steel
ASTM A53	Especificaciones Estándar para Tubos de Acero Soldados con y sin Costura.
ASTM-G1283	Método para la prueba no destructiva del espesor de película de los recubrimientos en aceros.
ASTM E-94	Standard guide for radiographic examination
ASTM E-213	Standard practice for ultrasonic examination of metal pipe and tubing
NORMAS ISO-9000	Conjunto de normas aplicables para el aseguramiento de la calidad.
ISO/FDIS	Petroleum and natural gas industries-materials for use in H <sub>2</sub> S-containing environments in oil and gas production.
ISO 3182-2012	Petroleum and natural gas industries — steel pipe for pipeline transportation systems.

No.	DESCRIPCIÓN
API RP 14C	Recommended practice for analysis, design, installation, and testing of basic surface safety systems for offshore production platforms.
API RP 14J	Recommended practice for design and hazards analysis for offshore production facilities API RP 14J.
API-RP-551	Process measurement instrumentation.
API RP 580	Risk based inspection.
API RP 581	Risk based inspection technology.

**Tabla IX.8.** Especificaciones de PEMEX utilizada en el Área Prevención de Corrosión (Como referencia).

No.	DESCRIPCIÓN
P.2.0351.01	Sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos.
P.3.0351.01	Aplicación e inspección de recubrimientos para protección anticorrosiva.
P.4.0351.01	Especificaciones y métodos de prueba para recubrimientos anticorrosivos.
P.3.403.01	Colores y letreros para identificación de instalaciones y equipo de transporte.
P.3.0170.01	Cruces direccionales para ductos de recolección y transporte.

**Tabla IX.9.** Especificaciones de PEMEX utilizada en el Área Civil (Como referencia).

No.	DESCRIPCIÓN
3.102.01	Trazos y niveles.
3.121.01	Despalme.
3.121.02	Excavaciones.
3.121.03	Cortes.
3.121.04	Rellenos de excavaciones.
3.121.07	Acarreos para terracerías.

En el **Capítulo XIII.1.1** se adjunta el Plano de Trazo y Perfil D-803-ING-043-Q-200, Rev. 0, Esc. 1:2,000 (OS-803-017-Q-200), denominado **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**, del punto de partida km-0+000 al punto final km-1+128.268. En el cual se incluye información sobre especificaciones, puntos de inflexión, profundidad del ducto, condiciones de operación, cruzamientos usos de suelo, clase o localización del sitio, zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, equipamiento e infraestructura urbana, áreas naturales protegidas, reservas forestales o ecosistemas frágiles, entre otros), trazo de la Perforación Horizontal Direccional (PHD), que incluye sus coordenadas de inicio y final.

De manera resumida, en la siguiente tabla se enlistan los cruces (con ríos, carreteras, ductos, lagos, otros) por el cual el trazo del oleoducto pasa y que se identifica de manera clara en el plano de trazo y perfil antes mencionado.

**Tabla IX.10.** Cruzamientos del Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV.

Punto de referencia	km	
	Inicia	Termina
Punto de partida del ducto	0 + 000.000	--
Límite de pera de partida (perforación direccional)	--	0+036.640
Camino de terracería	0+385.752	0+395.560
Camino de terracería	0+702.911	0+711.588
Camino de terracería	0+730.711	0+745.974
Camino de terracería	0+977.885	0+985.392
Límite de pera de salida direccional	1+097.295	--
Punto final del ducto	--	1+128.268

Fuente: Plano de Trazo y Perfil OS-803-017-Q-200.

### INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA LA OPERACIÓN DEL DUCTO.

De acuerdo al Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) del oleoducto, DTI-803-ING-017-A-400, el proyecto estará integrado por una línea subterránea (perforación direccional), interconexiones, líneas aéreas, cubetas de trampas (paquetes) y desfuegos (área de trampas).

En cuanto a la línea subterránea, motivo del presente estudio, se refiere a un ducto de 1+128.27 km de longitud, espesor de pared de 0.365 plg, tubería de acero al carbono de 10" Ø, especificación ISO 3183 GR. L360 (X52) PSL2. Tubería que será tendida a través de Perforación Horizontal Direccional (PHD). Por ambos lados, punto inicial y final, contará con interconexiones a las instalaciones de interés, así como trampa de envío y trampa de recibo de diablos, de manera respectiva.

La primera interconexión se presenta en el punto de inicio del oleoducto, la cual es completamente aérea. Está compuesta por líneas de 10" Ø y de 6" Ø que forman parte de un arreglo de tubería en la cual se encontrará instalado un medidor de flujo y su respectivo arreglo de by pass. El arreglo contará con válvulas manuales tipo compuerta de 10" Ø 600# RF (VC-100/VC-101/VC-102), reducciones 10"x6" en las conexiones con el medidor y en la conexión con el cabezal de descarga de 6" Ø en la Batería de separación. Como controles básicos de proceso contará en campo con un indicador de presión PI-01 (3/4" 800#) corriente arriba del medidor de flujo y un segundo indicador de presión PI-02 (3/4" 800#) corriente abajo, así como un

indicador y transmisor de flujo sobre el mismo medidor de flujo, con monitoreo en cuarto de control.

Una segunda y tercera interconexión del oleoducto se lleva a cabo con las cubetas de trampas (juegos de tuberías y válvulas completamente aéreas), TED-100 y TRD-101, (que serán entregados como tipo paquete por otro proveedor), que se conectan al oleoducto a través de dos válvulas manuales, una de 10"Ø 600# RF tipo compuerta (VC-103 en TED-100 y VC-104 en TRD-101) y una segunda de 4"Ø 600# RF tipo bola (VB-202 en TED 100 y VB-206 en TRD-101). Importante puntualizar que estas válvulas durante la operación del oleoducto, se mantendrán normalmente cerradas. Sólo se activarán cuando existan actividades de mantenimiento para el oleoducto. Razón por cual, el oleoducto operará de manera normal a través de un arreglo tipo by pass por dos válvulas de 10"Ø 600# tipo bola normalmente abierta VB-200 en lado TED 100 y VB-204 en lado TRD-101).

La cuarta y última interconexión (infraestructura aérea) se realiza con el oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV. El **oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1** llega a un arreglo tipo injerto y se conecta a una válvula manual tipo compuerta de 10"Ø 600# RTJ ya existente.

Las cubetas trampas serán integradas al proyecto en tipo paquete por otro proveedor con configuraciones similares. Ambas cubetas trampa, TED-100 y TRD-101, tienen una dimensión de 14"x10" que además de las interconexiones con el oleoducto (ya enunciados anteriormente), contarán con un arreglo de desfogue de 4"Ø provista con una válvula tipo bola 4"Ø 600# RF (VB-201 en TED 100 y VB-205 en TRD-101), con cambio de especificación a 150# corriente abajo de la válvula y que termina en la fosa de captación en el área de trampa. Como instrumento de control básico contarán con dos indicadores de presión, el PI-03 en TED-100 y PI-06 en TRD-101, sobre el cuerpo de la cubera y el PI-04 en la descarga de la TED-100 y PI-05 en la descarga de la TRD-101, al igual que un indicador de paso de diablos en este punto de cada cubeta.

### **Flexibilidad del sistema.**

El oleoducto deberá estar diseñado para manejar mezcla de hidrocarburos no amargos a 48 kg/cm<sup>2</sup> de presión y a 40°C de temperatura (condiciones máximas).

### **Factor de Servicio.**

Al fin de mantener en proceso en operación continua, el oleoducto deberá tener la disponibilidad de operar los 365 días del año.

## IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ÁREAS IDENTIFICADAS COMO VULNERABLES.

Con el propósito de describir la susceptibilidad por fenómenos naturales de la zona donde se ubicará la obra **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**, se ha recurrido al Atlas de Peligro por Fenómenos Naturales del Estado de Tabasco (SGM, 2013), mismo que hace una descripción por regiones en la Entidad, para tener una forma más sencilla y práctica de acceso a la información.

Las regiones se han ajustado a los límites municipales, así como al límite estatal para su integración en un sistema de información geográfica el cual se emplea como base para la descripción de los peligros naturales. De acuerdo con lo anterior, las regiones en el estado de Tabasco son:

- Chontalpa 7,540 km<sup>2</sup>
- Centro 2,610 km<sup>2</sup>
- Pantanos 6,790 km<sup>2</sup>
- Sierra 1,742 km<sup>2</sup>
- Ríos 6,071 km<sup>2</sup>

La zona donde se ubicará el proyecto **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**, pertenece a la Región Chontalpa (Figura IX.4).

### **Peligro por erosión.**

El mapa de peligro por erosión del estado de Tabasco considera las variables de suelo, pendiente, vegetación, precipitación y permite obtener una visión general de la distribución de zonas de peligro en los rangos; muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. En este mapa es posible observar que existen tres grandes áreas de erosión con rango muy alto que son; al sur de la región Chontalpa, en la sierra de Tabasco, en el municipio de Huimanguillo, al centro, en la región de la Sierra, en los municipios de Teapa, Tacotalpa y Macuspana; al oriente, en la región de los Ríos, en el municipio de Tenosique. Así mismo, se tienen varios sitios de erosión a lo largo de la costa, principalmente en la zona de la costa de la región Chontalpa que se describe adelante. La erosión de niveles muy altos, alto y medio en el estado de Tabasco no supera el 5% del total de la superficie; sin embargo, es un porcentaje significativo desarrollado en los últimos 30 años (Figura IX.5).

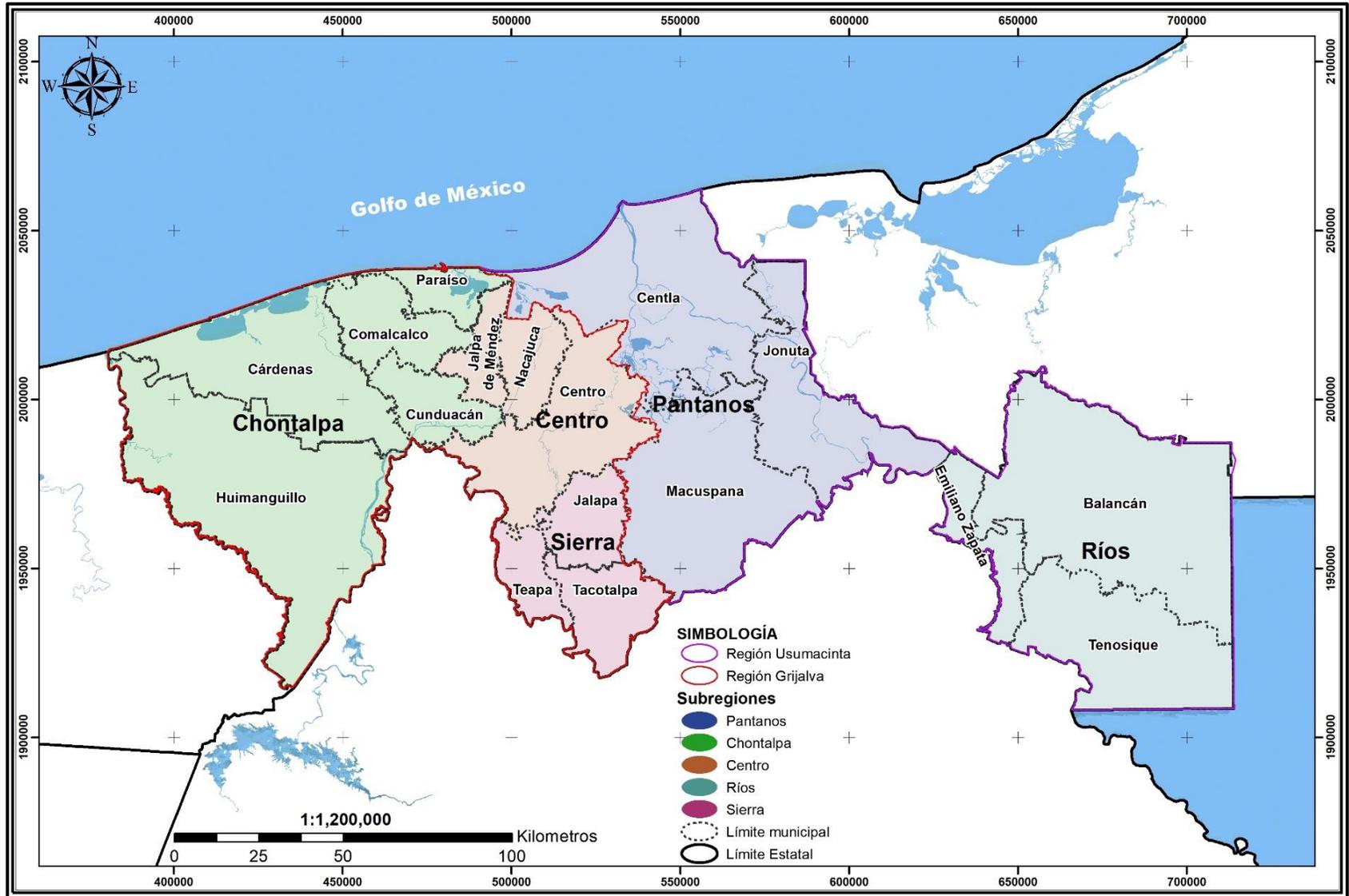
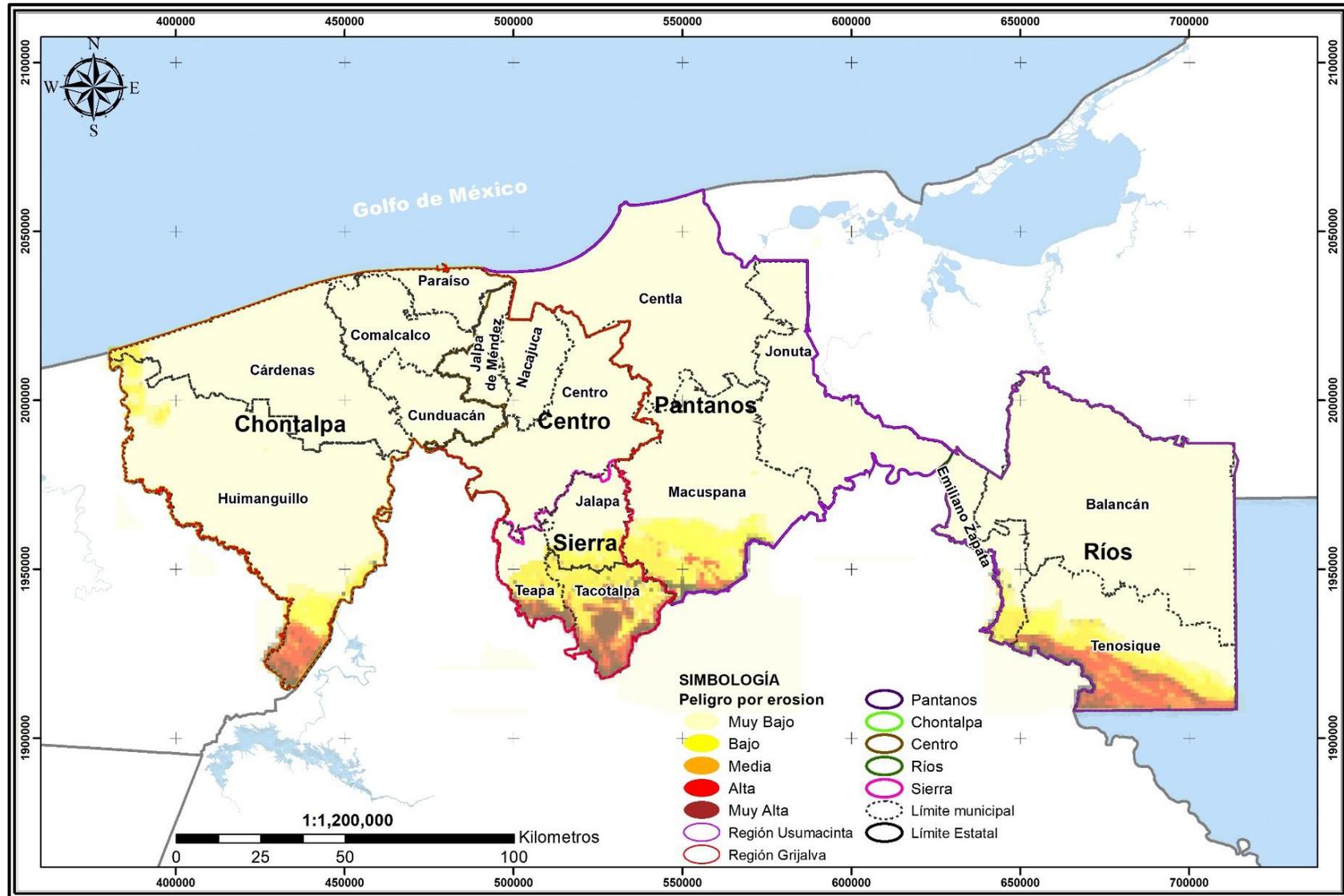


Figura IX.4. Mapa de las regiones del estado de Tabasco.  
 Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).



**Figura IX.5.** Mapa de erosión del Estado de Tabasco.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

La **Región de la Chontalpa** se encuentra dentro de una zonificación de peligro muy bajo de erosión; sin embargo, en el municipio de Huimanguillo se tiene en su extremo sur una zonificación de peligro alto y muy alto, esto debido a la actividad agro industrial y a los cambios de uso de suelo que han favorecido por un lado la deforestación y por otro la introducción de actividades relacionadas a la industria petrolera. En el municipio de Cárdenas y, particularmente, para el sitio del proyecto se tiene un peligro por erosión Muy Bajo (**Figura IX.6**).

#### **Peligro por inestabilidad de laderas.**

El estado de Tabasco se encuentra dentro de una región de deslizamientos de potencial bajo; sin embargo, es muy vulnerable a cualquier tipo de peligros debido a la marginación de su población que es de nivel medio y alto. La estabilidad de las laderas en el estado se ve favorecida por diferentes factores tanto internos como externos, pero uno de los que producen mayor impacto es la influencia humana a causa de la tala inmoderada, el repentino cambio del uso del suelo, la construcción de obras civiles, la extracción de material pétreo, la introducción de especies vegetales y animales que no son originarios del lugar y los asentamientos irregulares sobre laderas con pendientes inclinadas (**Figura IX.7**).

En la **Región de la Chontalpa** se identifican seis sitios con peligro bajo por inestabilidad de laderas y sólo uno con nivel de peligro medio. En estos sitios las rocas sedimentarias se erosionan con facilidad y se ha incrementado el proceso de erosión por la deforestación intensa y las condiciones de fuerte pendiente del terreno, principalmente durante la época de lluvias en el municipio de Huimanguillo (**Figura IX.8**).

*En el municipio de Cárdenas y, particularmente, para el sitio del proyecto no se tienen identificados puntos de peligro por inestabilidad de laderas.*

#### **Peligro por sismicidad.**

El sur de México se ve afectado por un sin número de sismos debido a que se encuentra en una confluencia de placas tectónicas que interactúan entre sí desde hace millones de años y continuará así en el futuro por lo que el peligro sísmico en el estado estará siempre presente. La mayor parte de la corteza continental del estado de Tabasco se encuentra dentro de la placa Norte Americana la cual está en contacto tectónico con la placa Caribe a lo largo de la zona de fallas Polochic – Motagua. Estas dos placas a su vez se encuentran en contacto por subducción con la corteza oceánica de la placa de Cocos. En la zona de subducción conocida como

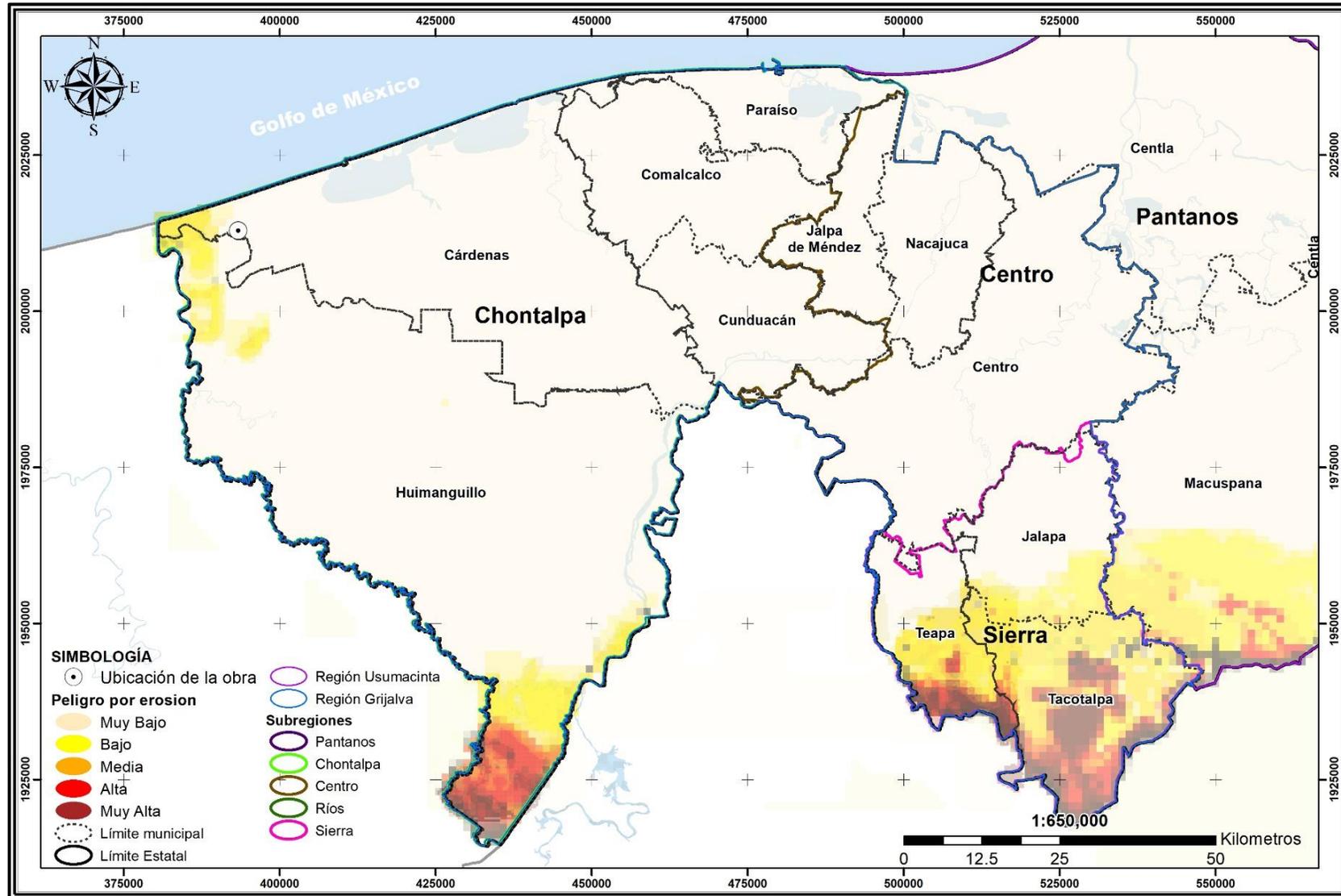


Figura IX.6. Peligro por erosión en la Región de la Chontalpa.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).



Figura IX.7. Inestabilidad de laderas en el Estado de Tabasco.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

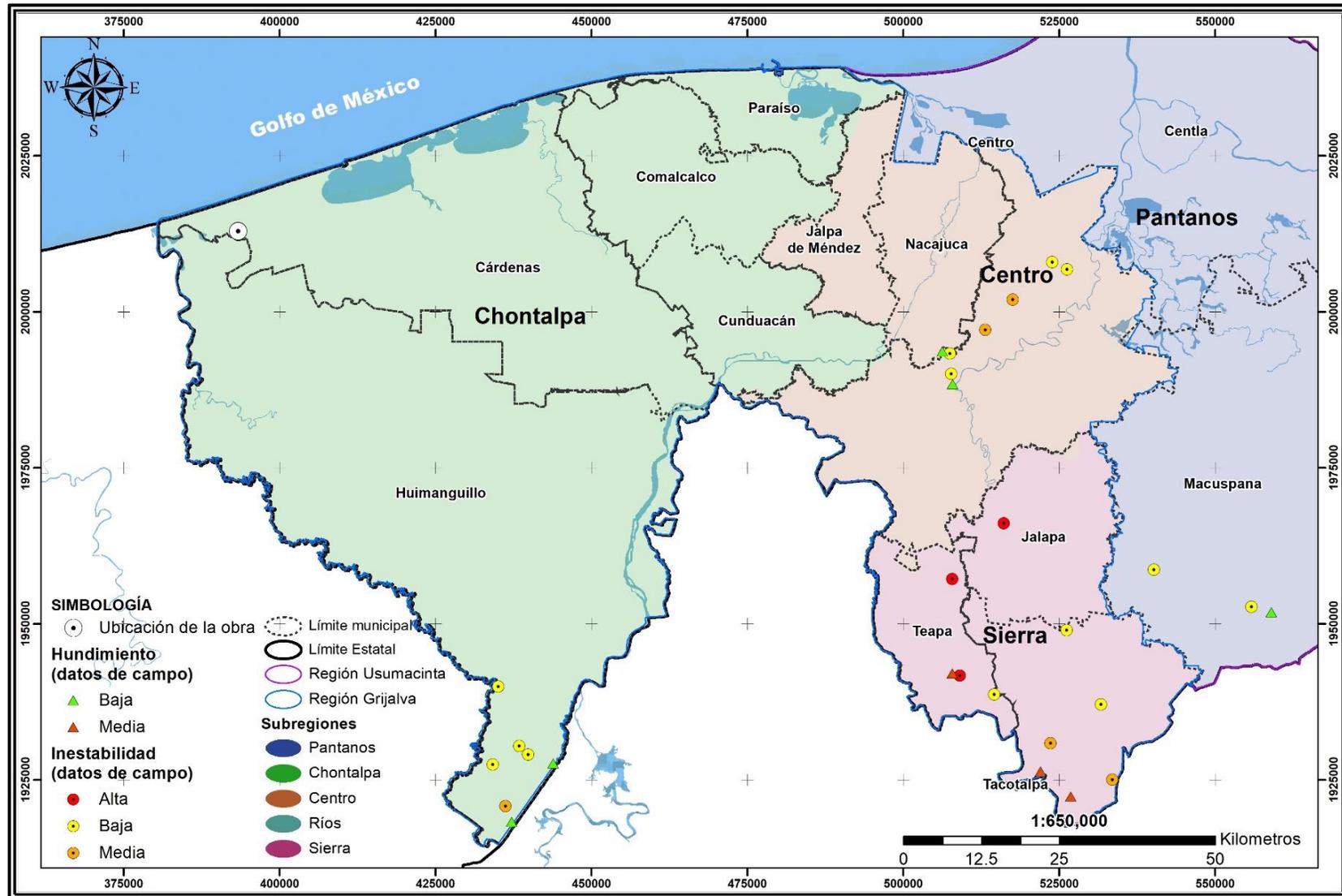


Figura IX.8. Mapa de peligros por inestabilidad de laderas de la Región de la Chontalpa.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

fosa de Tehuantepec, se generan sismos por interacción entre placas o sismicidad “interplaca” y se almacena y disipa energía sísmica dentro de la corteza continental. Así mismo se generan sismos “intraplaca” dentro de la corteza continental por la presencia de fallas geológicas activas.

De acuerdo con la zonificación inicialmente propuesta del peligro por sismos, el estado se encuentra dentro de dos zonas de peligro:

- Zona B.- Región en donde se presentan sismos de poca frecuencia con una aceleración del terreno menor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro bajo. En ella quedan comprendidas las **Regiones de Chontalpa, Sierra, Centro, Ríos y Pantanos**.
- Zona C.- Región en donde se presentan sismos menos frecuentes con una aceleración del terreno menor al 75% del valor de la gravedad, con un índice de peligro medio. En ella queda comprendida la **Región Chontalpa**.

**El sitio del proyecto se localiza en la Zona B de peligro sísmico; además, no se identifica como epicentro de algún sismo (Figuras IX.9 y IX.10).**

Para el estado de Tabasco se han integrado 44 registros de epicentros sísmicos del periodo 1990–2003, publicados por el Servicio Sismológico Nacional. Con base en los datos disponibles de los epicentros, se obtuvo un modelo de efecto sísmico en la escala Mercalli, donde se muestra que los valores más altos, entre V y VIII grados, se presentan en la porción central del estado, principalmente en las regiones Centro y en parte de la Chontalpa y Pantanos, lo que sugiere que en estas regiones la disipación de energía sísmica es alta.

En la **Región de la Chontalpa** se presenta un nivel de peligro por sismicidad medio y alto, de acuerdo con el modelo de intensidad sísmica obtenido, con rangos de nivel 7 y 8 de la escala de Mercalli. La intensidad sísmica se manifiesta en los municipios de Cárdenas y Huimanguillo con intensidad VII y en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Cunduacán, Comalcalco y Paraíso, con intensidad VIII, en una distribución de norte a sur, a lo largo de una zona de falla geológica inferida y denominada “Fractura de Tehuantepec” (**Figura IX.11**).

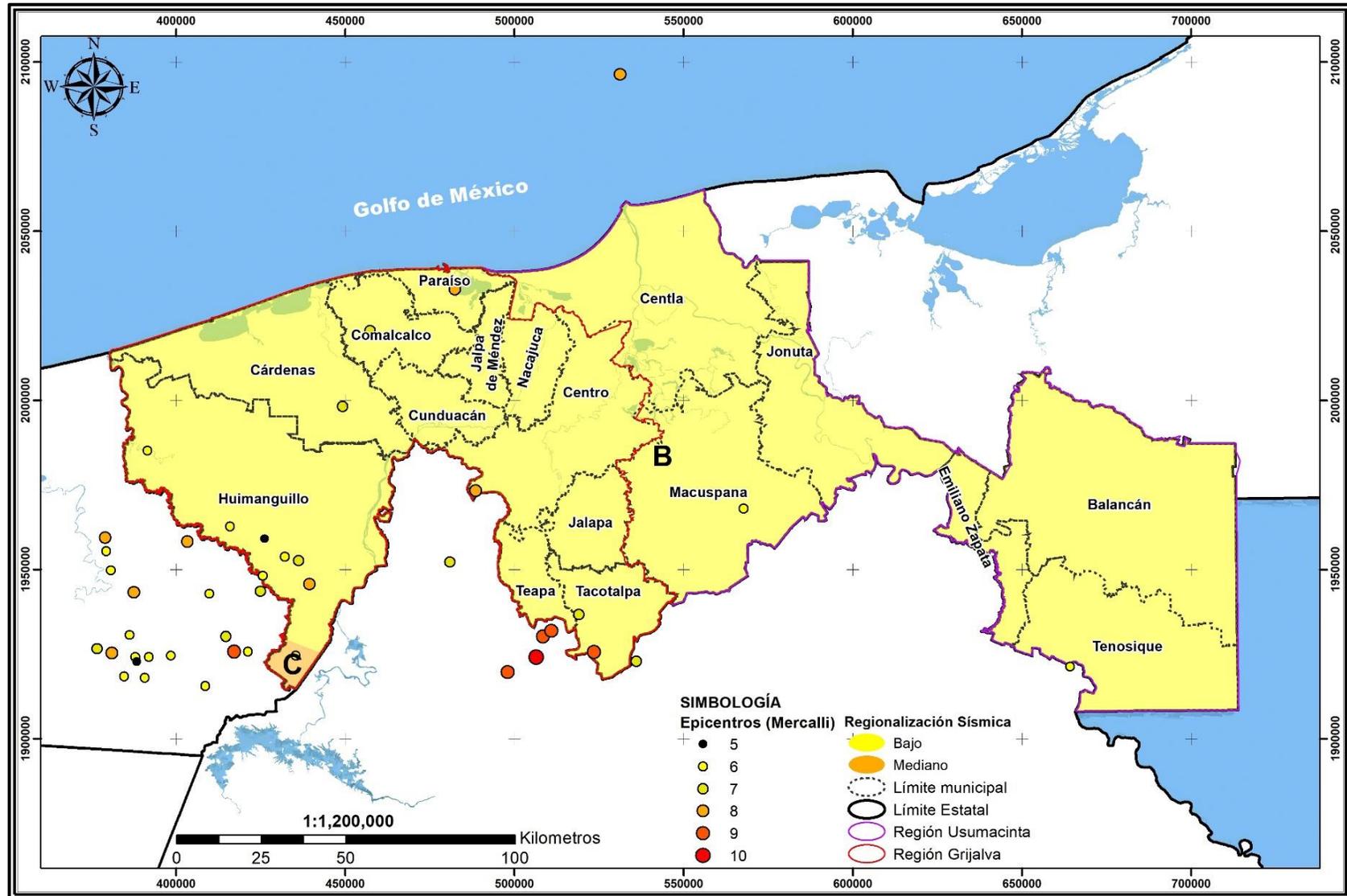


Figura IX.9. Zonas de peligro sísmico y Regiones del Estado de Tabasco.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

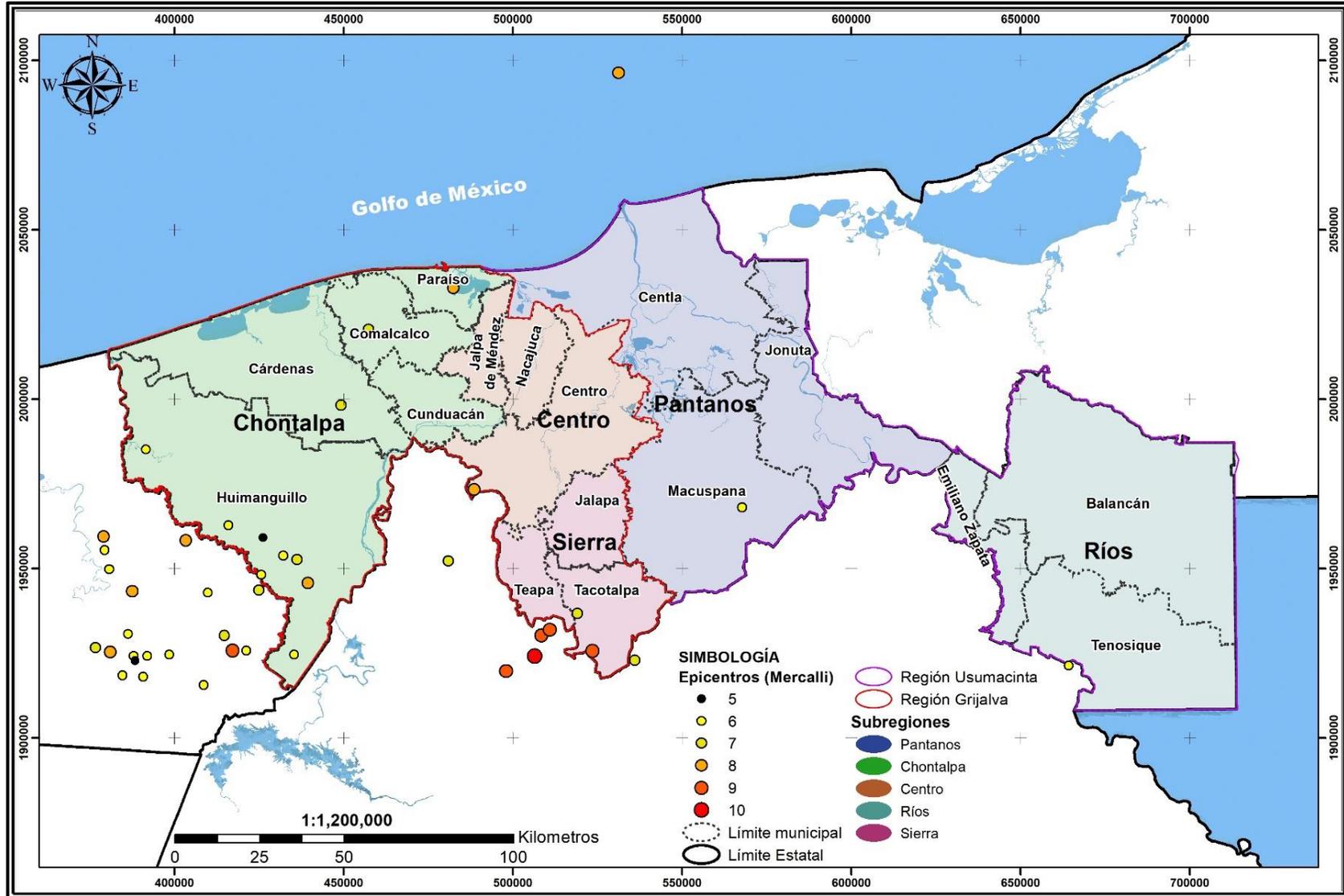


Figura IX.10. Epicentros sísmicos en el estado de Tabasco.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

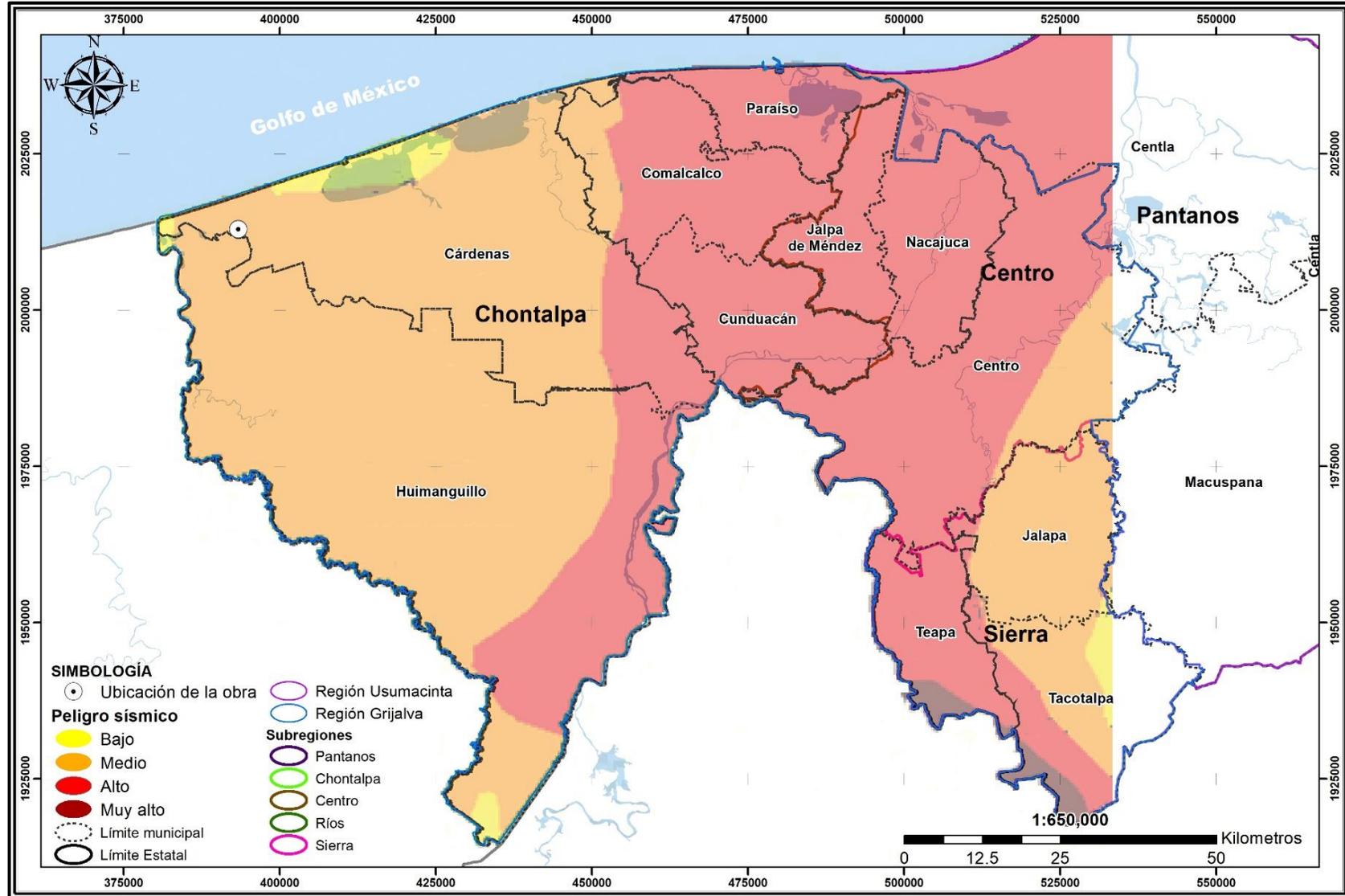


Figura IX.11. Mapa de peligro por sismicidad en la Región de Chontalpa.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

### **Peligro volcánico.**

**En la región de la Chontalpa** se presenta riesgo volcánico debido a la cercanía del volcán Chichonal, el cual presenta erupción de tipo pliniano y material volcánico de composición de andesita. Sin embargo, el nivel de peligro debido a la caída de ceniza de materiales volcánicos piroclásticos **es muy bajo**. Por lo que, *la zona donde se ubicará el proyecto se considera sin riesgo volcánico (Figura IX.12).*

### **Peligro por inundación.**

En el estado de Tabasco la mayor parte del terreno está comprendido por lomeríos bajos y zonas planas, por lo que las zonas inundación son cercanas al 90% del territorio; solamente en la parte más al sur del municipio de Tenosique es menos propensa a la inundación, por una pequeña cadena de montañas con dirección noroeste, que se extiende desde la parte norte del estado de Chiapas. De acuerdo con la extracción de información de la respuesta espectral baja de cuerpos de agua y zonas húmedas de las imágenes de satélite de año 2000 y el modelo de peligro por inundación se ha determinado que el 20 % de la superficie del estado se encuentra en un nivel muy alto, el 10 % en un nivel alto y el 10 % en nivel medio.

Los peligros hidrometeorológicos en el estado de Tabasco son muy grandes y básicamente se debe a la presencia de huracanes y lluvias extremas durante la época de lluvias y a las corrientes naturales y caudalosas de los grandes ríos como el Usumacinta, Grijalva y Mezcalapa.

El estado de Tabasco se encuentra dentro de la Llanura Costera del Golfo, de relieve suave que se caracteriza por las Lagunas El Carmen, Pajonal, La Machona y la Llanura deltaica de los ríos Mezcalapa y Grijalva, formadas por depósitos deltaicos durante el Pleistoceno hace más de un millón de años, cuando la planicie recibía una mayor cantidad de precipitación y por ende una mayor cantidad de sedimentos.

La evolución de la sedimentación reciente en la planicie favoreció el desarrollo de extensas superficies sub horizontales de materiales sedimentarios sin consolidar, con mucha porosidad, permeabilidad y saturación de agua, que actualmente se observa por el establecimiento de la extensa zona de pantanos, alimentada por la zona de los ríos. Esta condición contribuye para que durante la época de lluvias se tenga más escurrimiento que infiltración y evaporación lo que favorece el proceso de inundación en la región de los Pantanos, los Ríos y Centro.

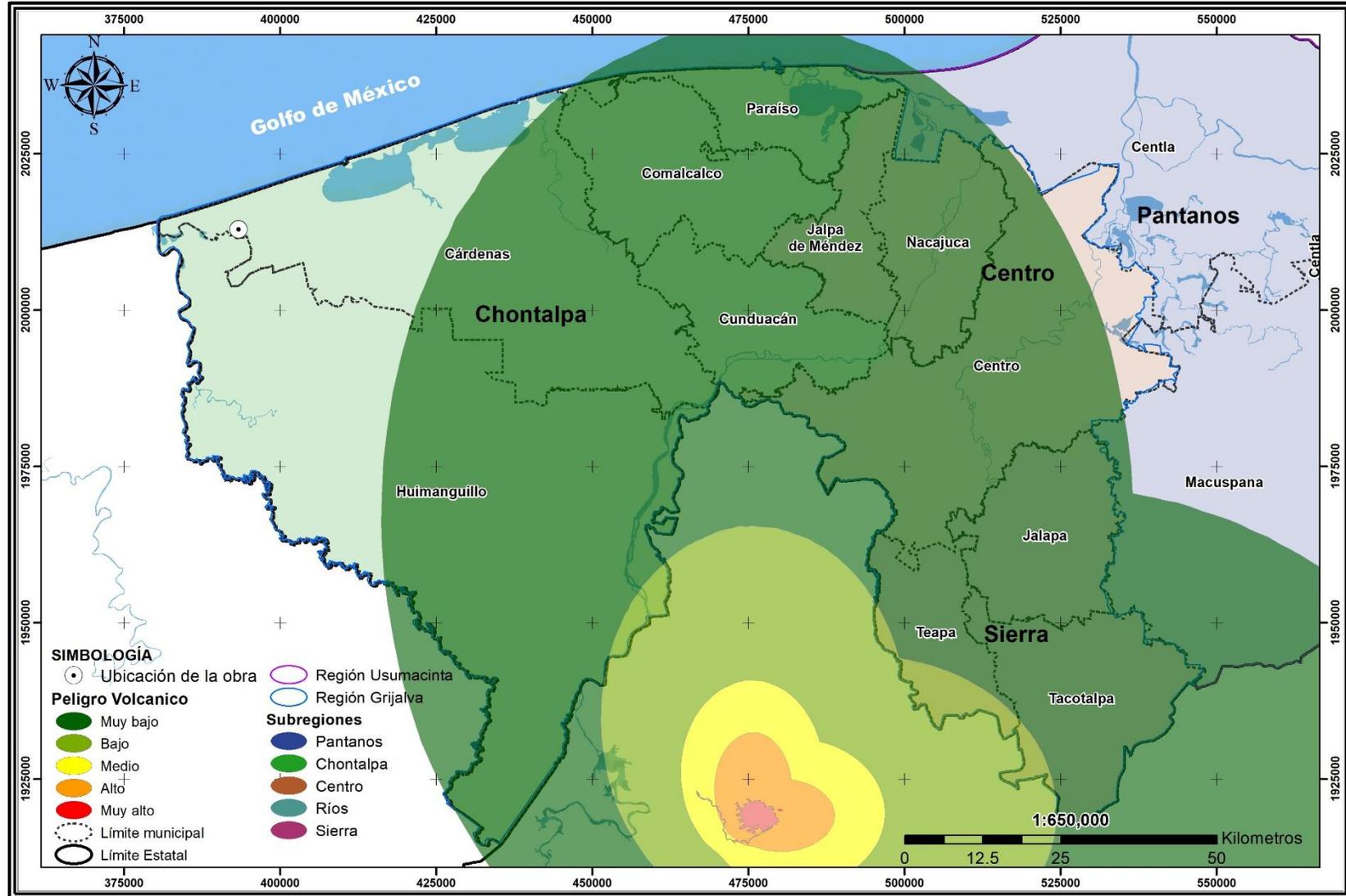


Figura IX.12. Mapa de peligro volcánico de la Región de la Chontalpa.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

A través del proceso de la información histórica, geomorfológica e hidrológica se obtuvo un modelo llamado “susceptibilidad de inundación” en el Atlas de Peligro por Fenómenos Naturales del estado de Tabasco, en el cual se definieron tres grandes zonas:

- Zona de susceptibilidad de inundación alta: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un período de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves. Esta franja tiene una posibilidad de estar inundada por lo menos una vez cada diez años, con una probabilidad de ocurrencia > 65% aún con la presencia de una obra de contención (bordo, gavión, etc.).
- Zona de susceptibilidad de inundación media: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los períodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada entre el 10% y 65%, aún con la presencia de obras y durante la vida útil de la obra de contención.
- Zona de susceptibilidad de inundación baja: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un período de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional y con una profundidad de lámina de agua con efectos potencialmente dañinos leves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada menor al 10%, aún con la presencia de obras y durante la vida útil de la obra de contención.

**En la Región de la Chontalpa, el peligro por inundación es alto** en el cauce del río Mezcalapa, que drena hacia el poniente en la región centro. En ella se identificaron algunos sitios que muestran el peligro alto por desborde e inundación y medio en las terrazas aluviales cercanas al cauce. Al norte de la ciudad de Heroica Cárdenas, el cauce del Mezcalapa tiene una bifurcación para formar el cauce del río Santana, en donde se obtuvieron algunos sitios con el peligro por inundación en el cauce principal. Los causes de los ríos Naranjeño y San Felipe, que drenan hacia el norte hasta las lagunas Del Carmen y Machona, definen una zona de peligro alto

**SYCEC**  
CONSULTORÍA AMBIENTAL**BCC**  
Ingeniería y servicios  
especializados

de inundación según se verificó en varios sitios. Al norponiente, en el cauce del río Chicozapote, se identificaron sitios de peligro alto que drena en la laguna Yucateco, incluyendo el sitio del proyecto. También se encontraron sitios de peligro alto en el cauce del río Tonalá y peligro medio desde General Pedro Colorado hasta Villa La Venta. En el resto de la región se han identificado sitios de peligro bajo (**Figura IX.13**).

### **Peligro por ciclones tropicales.**

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, en el país se han presentado ciclones devastadores, como el caso de Gilbert, en el golfo de México en 1988, el cual provocó muertes principalmente en la ciudad de Monterrey (ciudad no costera del estado de Nuevo León) y pérdidas económicas considerables en la zona de Cancún, Q. Roo. En el primer caso, el río Santa Catarina sobrepasó su capacidad total, y en el segundo, el fuerte oleaje, más la acción de la marea de tormenta, removi6 la arena de las playas de Cancún. Otro caso importante fue en 1997 cuando apareció en el océano Pacífico el huracán Pauline, que provocó la muerte de varios cientos de personas en la costa de los estados de Oaxaca y Guerrero, resultando dañado principalmente el puerto de Acapulco, donde se produjeron flujos de escombros y de lodo, producto de las intensas lluvias que dejó a su paso el huracán sobre la zona montañosa cercana.

Los ciclones tropicales son grandes máquinas de la naturaleza que se alimentan de energía térmica proveniente del mar. La temperatura del mar ideal para la formación de estos meteoros es arriba de los 26° C, por lo que el monitoreo de esta variable es una manera de conocer las zonas donde es posible que los ciclones se desplacen manteniendo o incrementando su intensidad. De hecho, el Caribe mexicano, así como la costa sur del Pacífico mantienen temperaturas de la superficie del mar que permiten sustentar ciclones tropicales durante todo el año.

En la **Figura IX.14.**, se muestran seis instantes en la evolución de la temperatura de la superficie del mar a lo largo del año. De enero a abril la temperatura de la superficie del mar cercana a México es menor que el resto del año. A partir de mayo se produce un incremento de la temperatura del mar, principalmente en el océano Pacífico. En julio es más notable el aumento en el golfo de México. A partir de noviembre la temperatura del mar comienza nuevamente a disminuir en ambos océanos. Se observa que entre los meses de julio a noviembre hay un incremento de temperaturas en el golfo de California (mar de Cortés), a diferencia de la costa

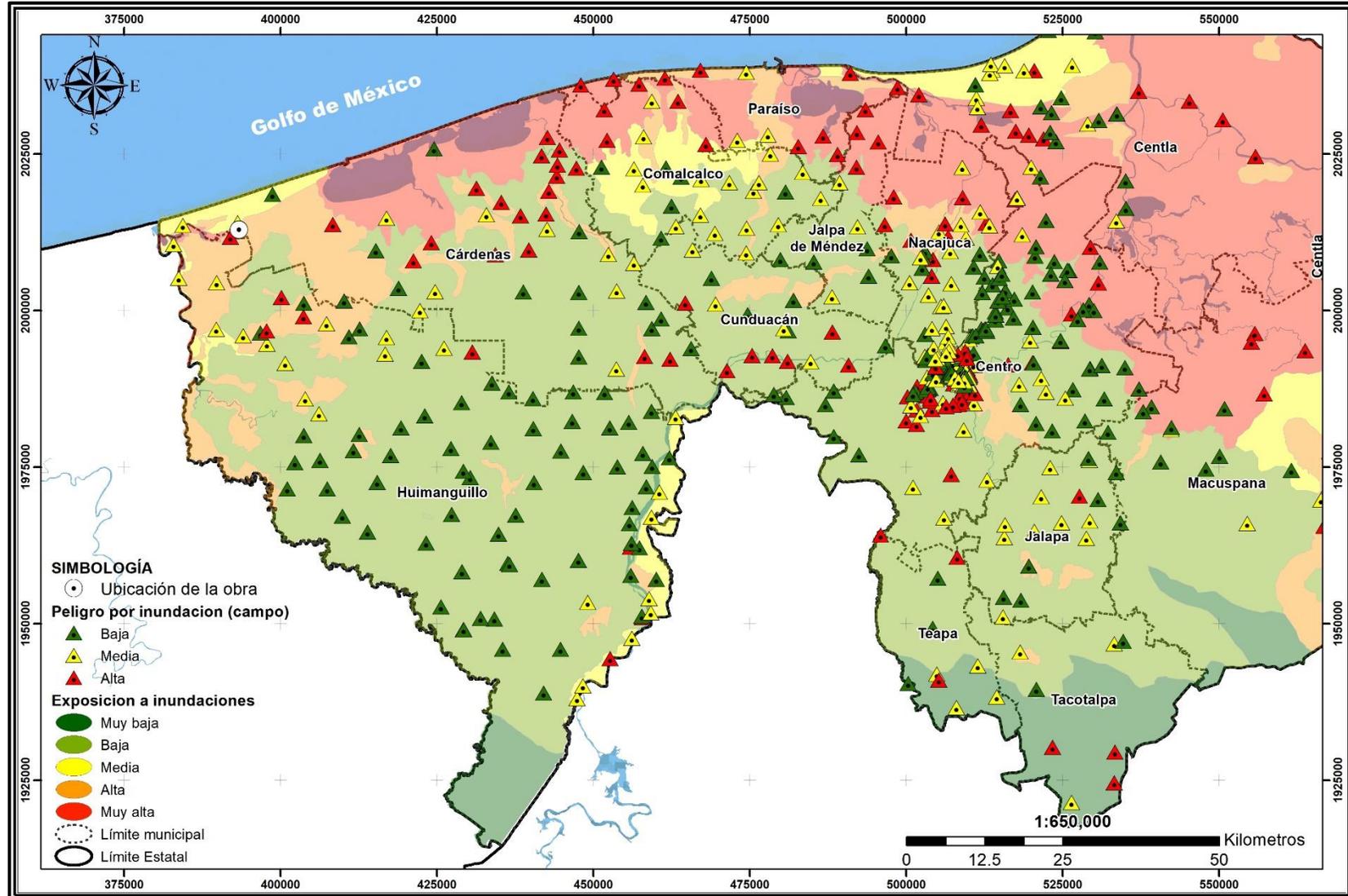
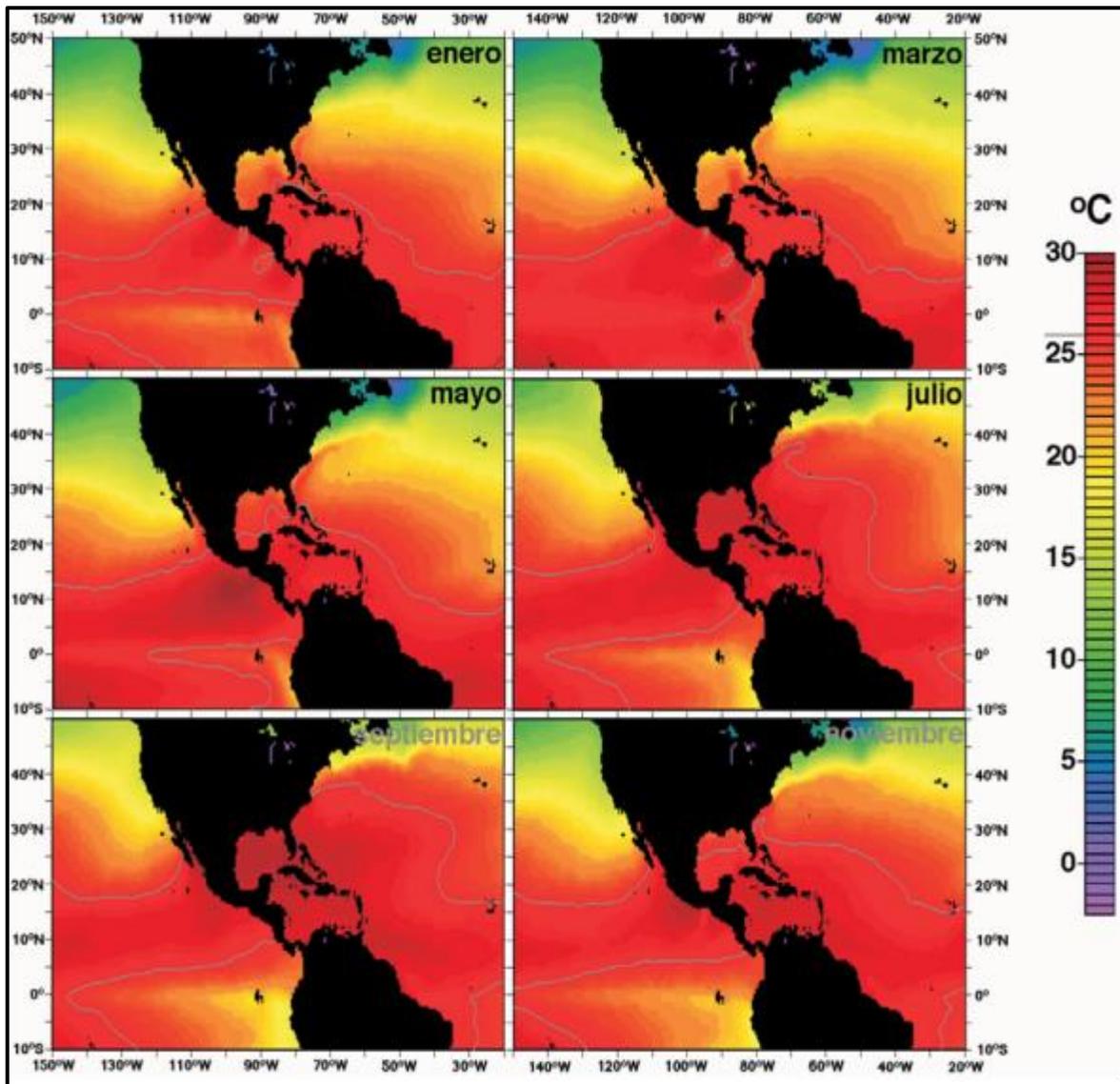


Figura IX.13. Mapa de peligro por inundación en la Región de la Chontalpa.

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tabasco (CNPC, CENAPRED, 2020).

oceánica de la península de Baja California que no tiene temperaturas que permitan sustentar ciclones tropicales. Hay que recordar que la temporada de ciclones tropicales comienza el 15 de mayo en el océano Pacífico y el 1° de junio en el Atlántico, mientras que el término de ésta es el 30 de noviembre en ambos océanos. Durante el invierno se presenta una lengua de aguas más frías directamente al sur del Istmo de Tehuantepec, producida por el paso de vientos fuertes del golfo de México que mezclan las aguas superficiales del mar con aguas profundas. Esto demuestra la facilidad con la que el viento marítimo puede conectarse del golfo de México al Pacífico, o viceversa, bajo las condiciones adecuadas.



**Figura IX.14.** Evolución de la temperatura (°C) de la superficie del mar a lo largo del año.

Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.

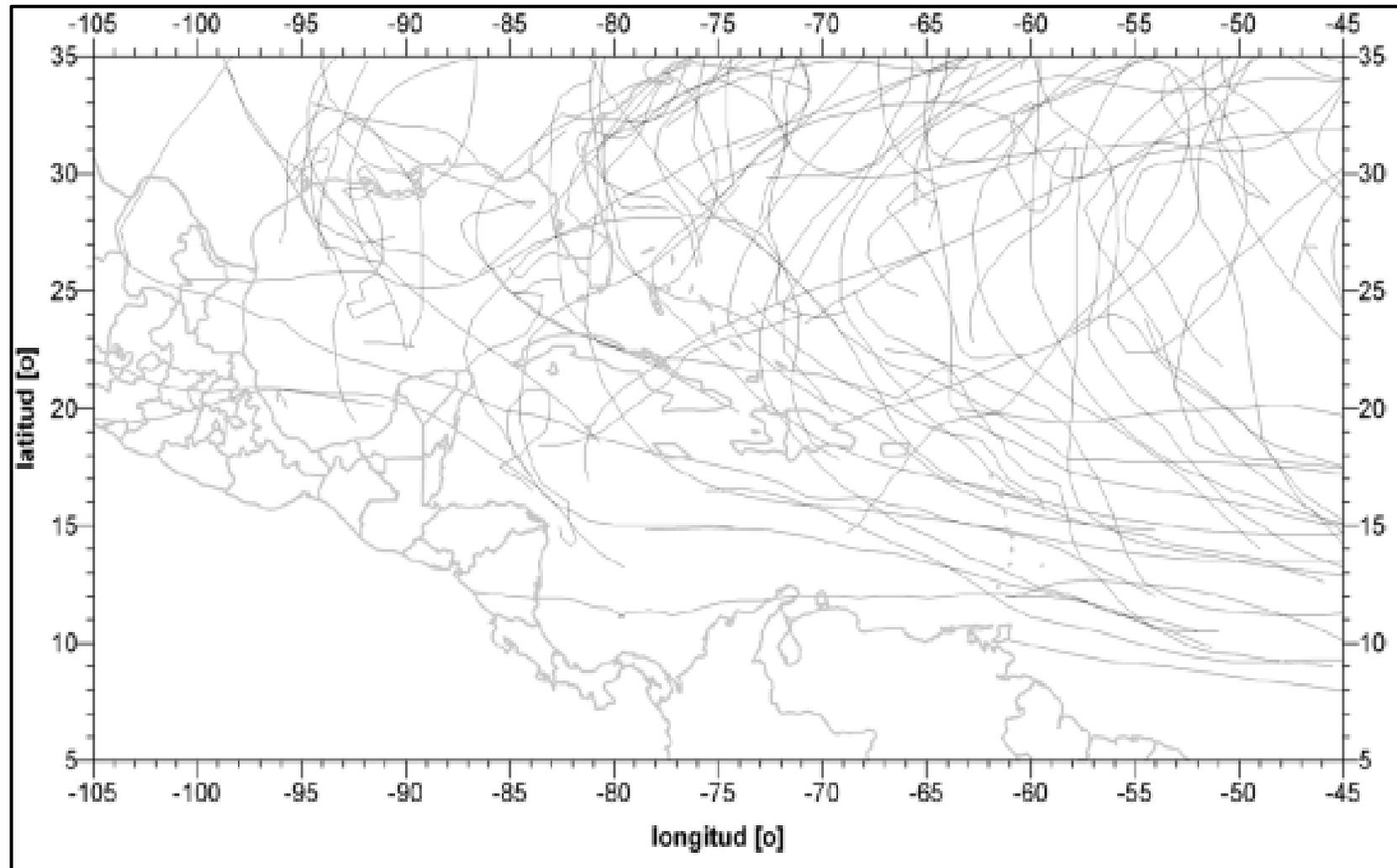
En las **Figuras IX.15. y IX.16**, se muestran las trayectorias de los ciclones tropicales que han ocurrido en el océano Atlántico, década por década, desde 1981 al 2000. Se observa que una pequeña cantidad de los ciclones que ocurren llegan a afectar a México. Destaca la década de 1981 a 1990 como de poca actividad ciclónica; sin embargo, en esta década, en el año de 1988 ocurrió uno de los huracanes más devastadores del siglo XX, Gilbert, que afectó al Caribe, Cancún y Monterrey, principalmente. De esta manera se hace notar que los pronósticos acerca del posible número de ciclones, que se hace a principios de todos los años, debe ser únicamente una referencia para lo que se espera en el año en curso.

En la **Figura IX.17**, se muestra la distribución geográfica del número de tormentas tropicales y huracanes que han ocurrido, tanto en el océano Atlántico como en el Pacífico, en el periodo de 1949 a 2000. Destaca la mayor densidad de estos fenómenos en el océano Pacífico; en zonas de interés para México, la densidad máxima del Pacífico llega a ser seis veces la densidad máxima en el Atlántico.

Las zonas terrestres mexicanas con más de 10 ciclones tropicales en 52 años son las costas de Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Baja California Sur, así como Quintana Roo. Sin embargo, zonas terrestres con más de 5 ciclones tropicales en 52 años ya incluyen la totalidad de la costa Atlántica de México y la totalidad de la costa del Pacífico de México, excepto Sonora y Baja California. Se observa que, prácticamente todo el país ha tenido la presencia de al menos un ciclón tropical en el periodo analizado; también se distingue claramente la disminución de estos valores en los sitios tierra adentro de los ejes de las principales cadenas montañosas.

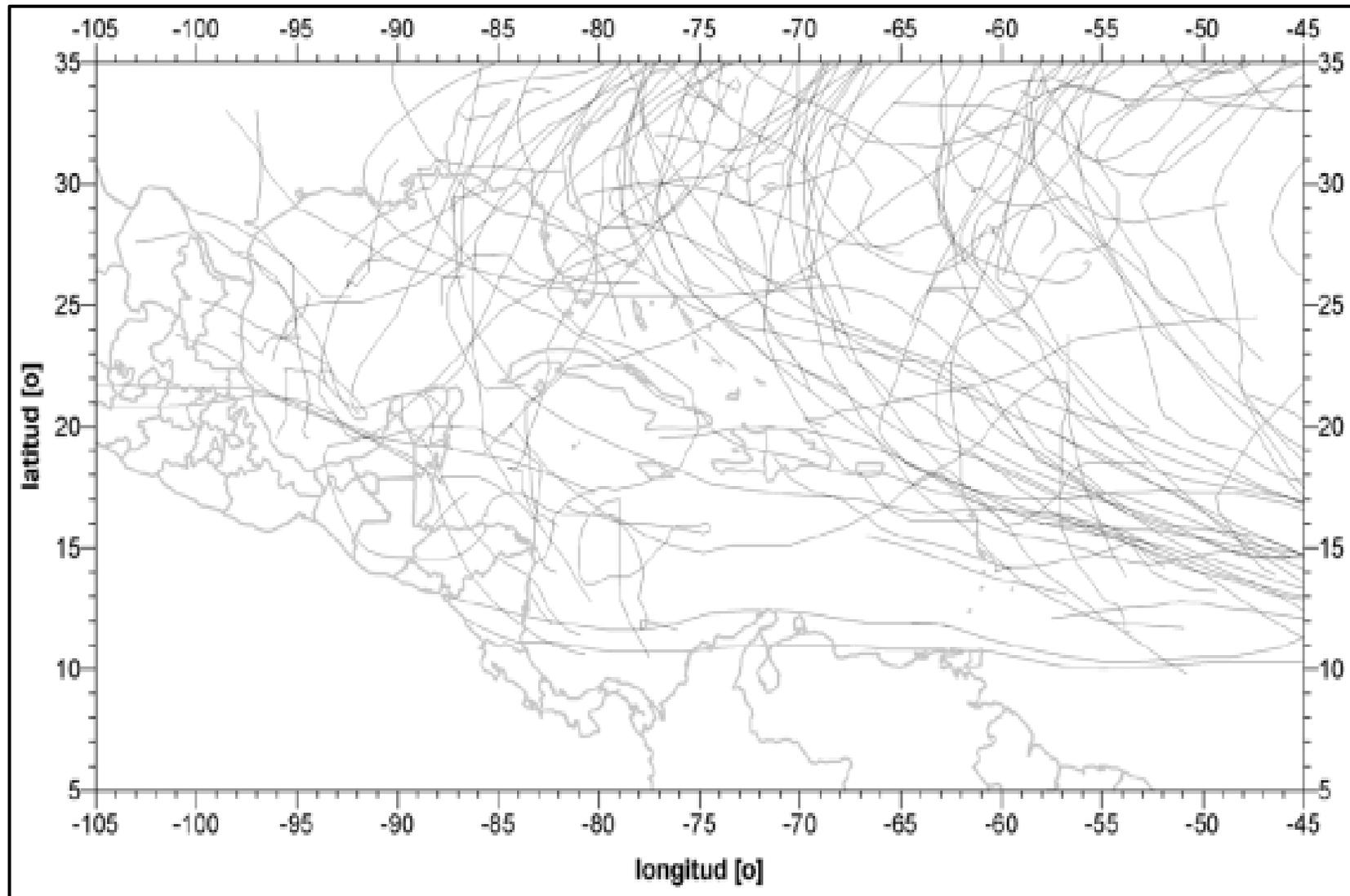
Los lugares más frecuentes donde han iniciado los ciclones tropicales del océano Atlántico se muestran en la **Figura IX.18**, siempre dentro de una franja que se ha definido desde la coordenada de longitud 70° Oeste hasta la coordenada 110° Oeste, por lo que están fuera aquellos ciclones que inician su trayectoria en medio del océano Atlántico, o cerca de las costas de África. El periodo histórico analizado es, otra vez, más amplio que el del océano Pacífico.

Las regiones matrices cercanas a México se encuentran en el golfo de México, frente a los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche; también existe una región matriz en el mar Caribe, frente a las costas de Quintana Roo. Más alejada de nuestras costas está una región matriz frente a Panamá. Existe otra región matriz amplia en la costa este de los E. U. A., con trayectorias que no llegan a afectar a México.



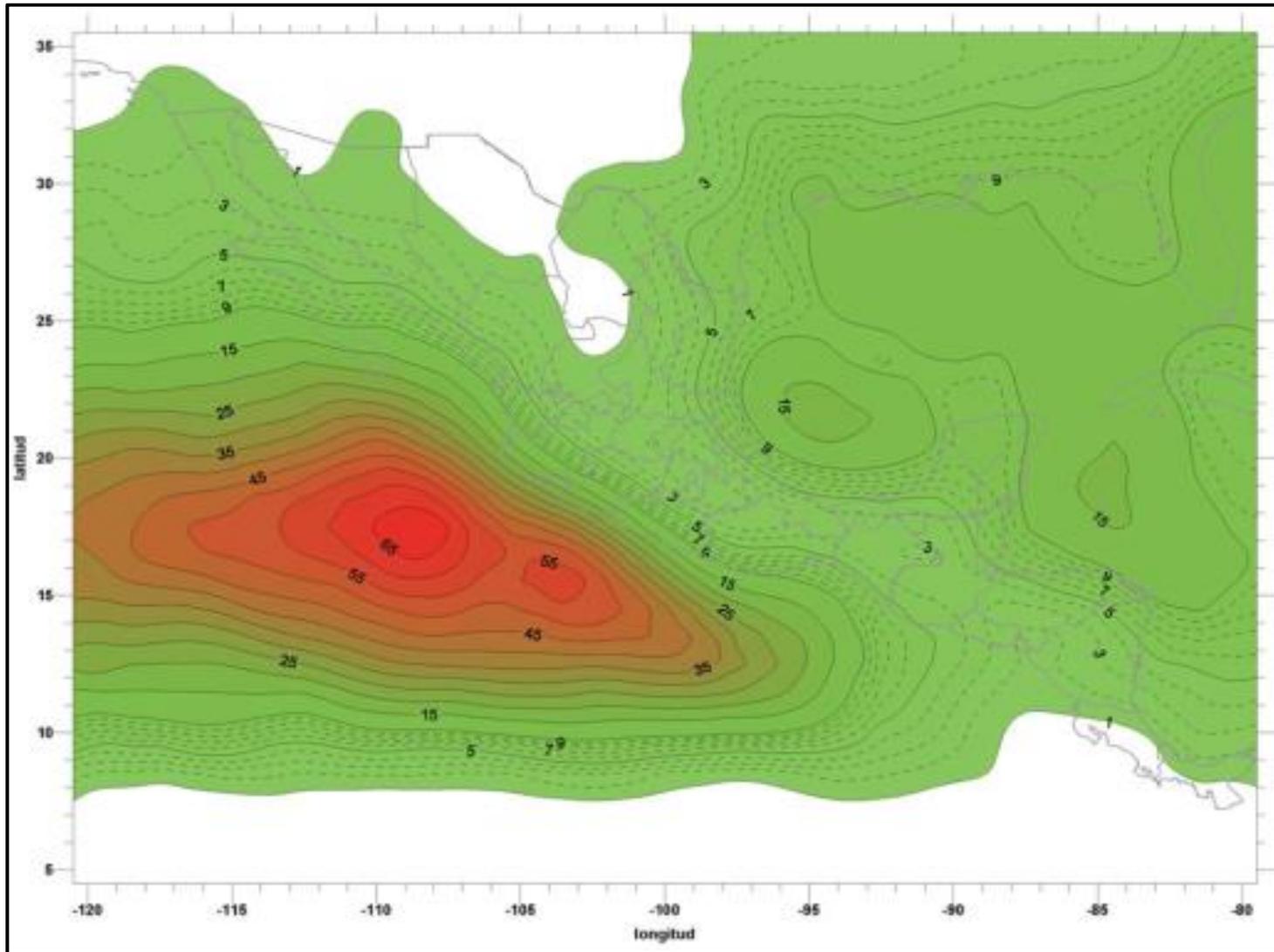
**Figura IX.15.** Trayectorias de los ciclones tropicales que han pasado por el océano Atlántico, periodo 1981-1990.

Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.



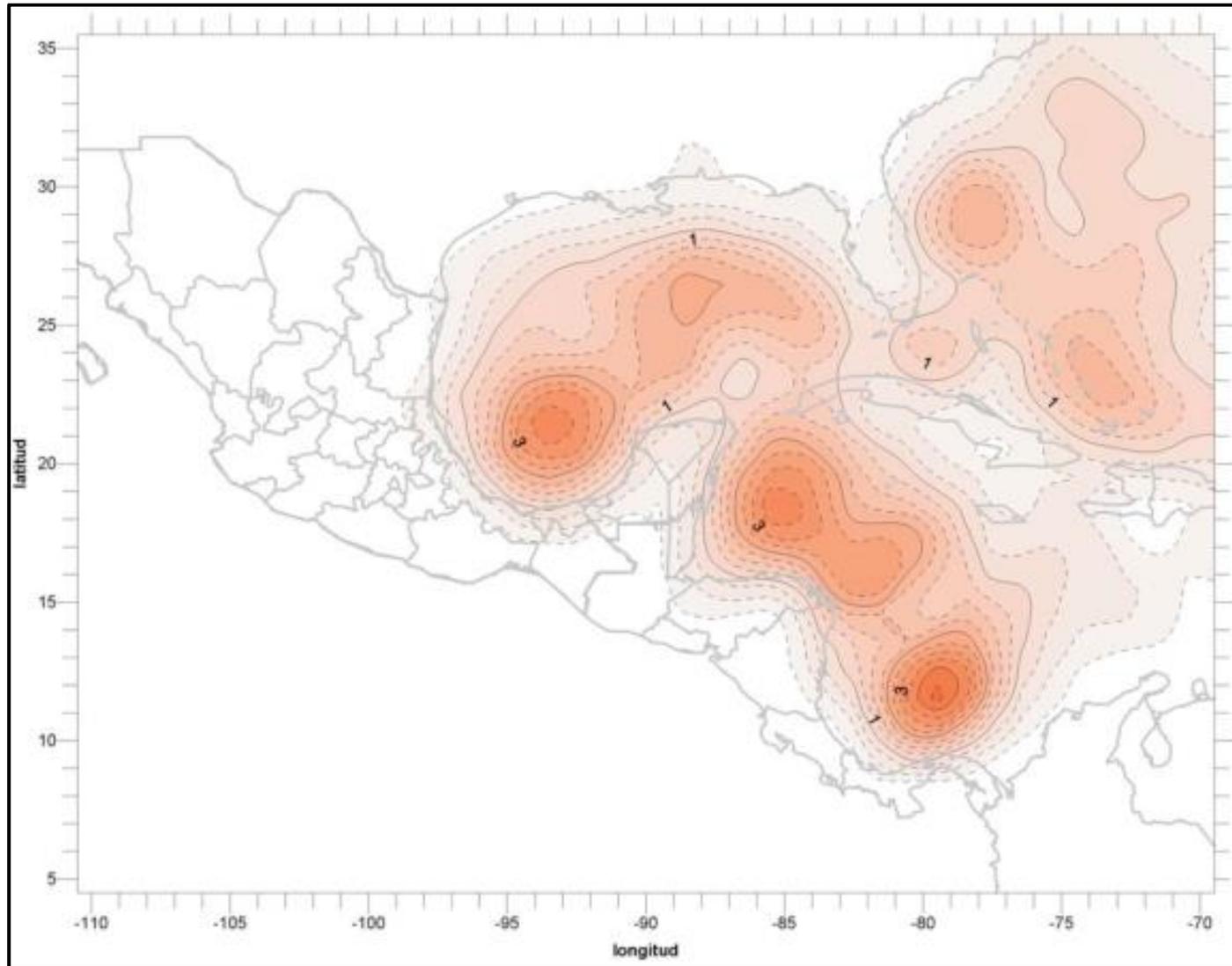
**Figura IX.16.** Trayectorias de los ciclones tropicales que han pasado por el océano Atlántico, periodo 1991-2000.

Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.



**Figura IX.17.** Distribución del número de tormentas tropicales y huracanes de 1949 a 2000.

**Fuente:** Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.



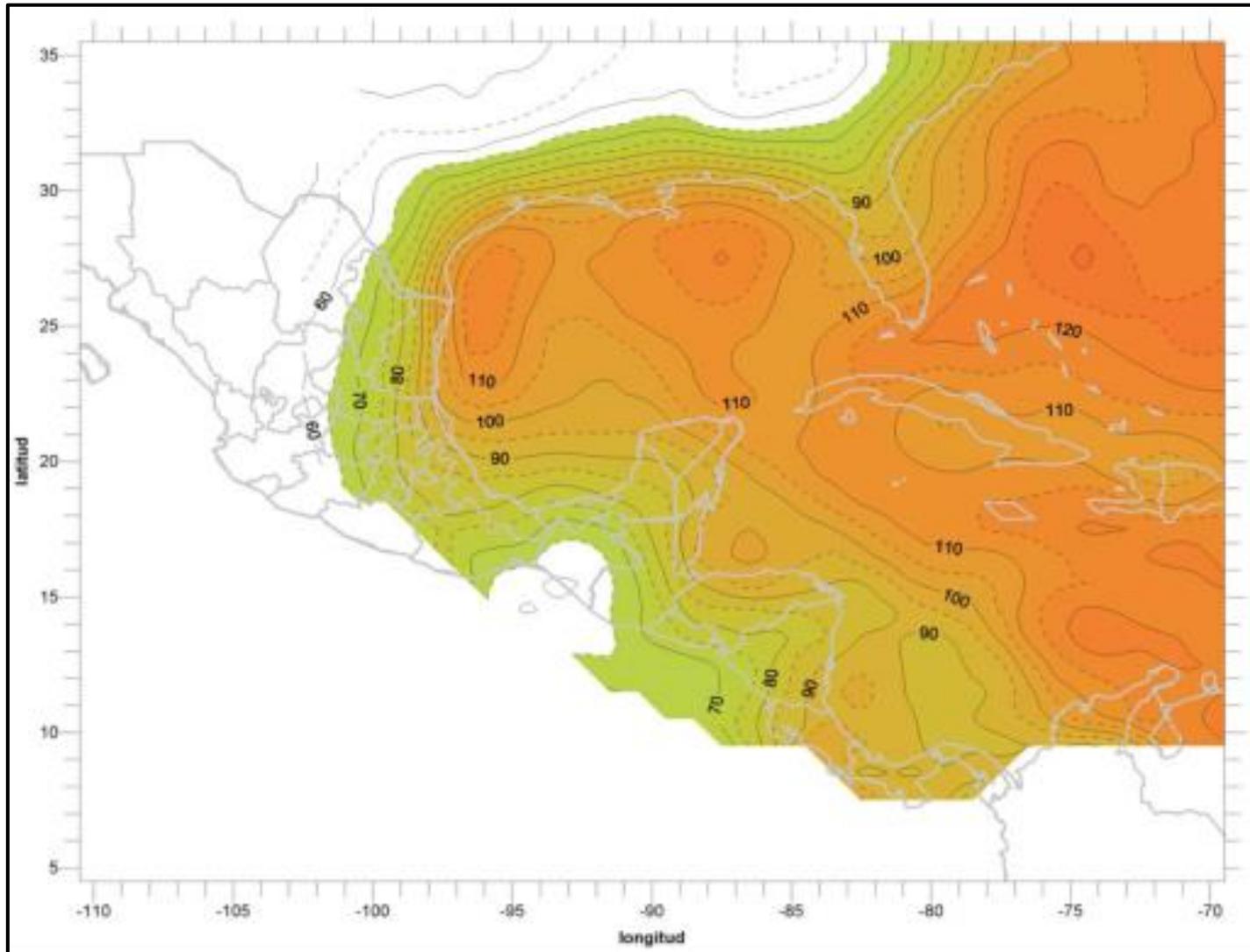
**Figura IX.18.** Número de inicio de trayectorias para el Atlántico de 1851 a 2000.

Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.

Cabe resaltar que existe una zona frente a la costa de Tamaulipas, y en la desembocadura del río Bravo, donde en promedio, ocurren velocidades altas de vientos máximos sostenidos (del orden de los 110 km/h, equivalente a la categoría de tormenta tropical). También destaca el hecho de que las velocidades de vientos máximos sostenidos sobre la península de Yucatán sufren decrementos menos rápidos, ya que no existen montañas que provoquen grandes cambios en los vientos, por lo que sus velocidades disminuyen más lentamente al entrar a tierra, en cambio.

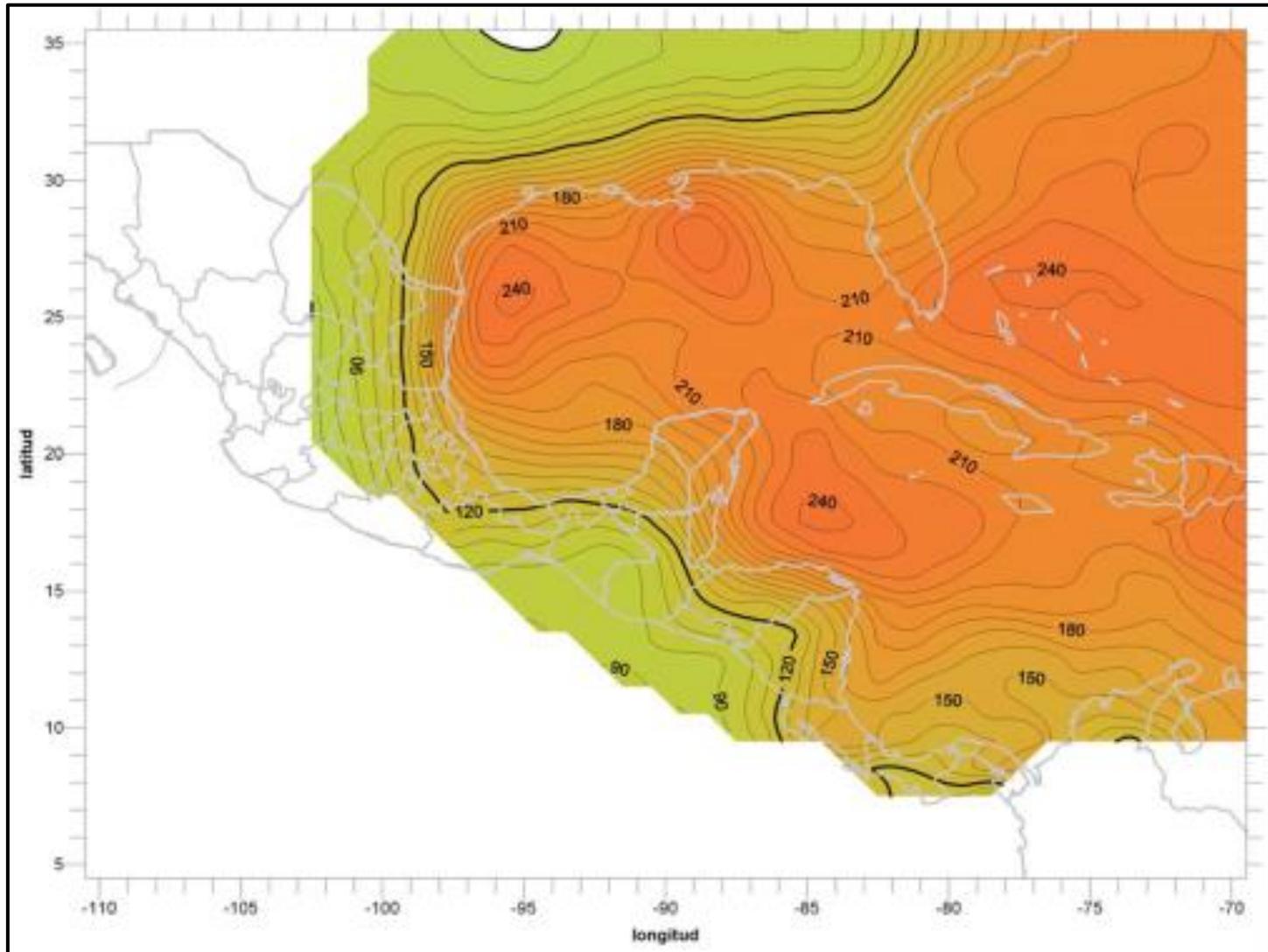
En cuanto al máximo de la velocidad de vientos máximos sostenidos para ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico se representa en la **Figura IX.19** como líneas con puntos de igual valor (isolíneas) y por zonas coloreadas dependiendo de su magnitud. La zona roja encierra los valores más grandes de los máximos de las velocidades de los vientos y abarcan gran parte del océano Atlántico; en cambio, las zonas verdes muestran los máximos con menor valor de velocidad de vientos máximos sostenidos y aparecen cercanos o dentro de la costa. Los máximos están calculados a partir de las velocidades de vientos máximos sostenidos de ciclones tropicales que se han presentado dentro del periodo histórico estudiado, en celdas de 1° latitud por 1° longitud. Se debe comentar que los datos obtenidos para esta lámina son el resultado del análisis de aquellos ciclones que han presentado las condiciones más desfavorables en el periodo de años estudiado y que, por lo tanto, no representa el grueso de la población de ciclones tropicales. Esto significa que las condiciones máximas plasmadas en la lámina pueden ocurrir de manera esporádica; sin embargo, deben tomarse en cuenta como parte de los escenarios más desfavorables de ciclones tropicales para proteger, mitigar y prevenir sus efectos en poblaciones expuestas.

En la **Figura IX.20** se muestran las isolíneas de 120 km/h (el umbral aproximado de vientos de huracán) con línea más gruesa para facilitar la interpretación y recalcar la clara relación con la pérdida de contacto con las aguas marinas, fuente energética de los ciclones tropicales. Se observa que existe una zona frente a las costas del estado de Tamaulipas con velocidades mayores a los 200 km/h, equivalentes a un huracán categoría 3 o más, y que en la medida que el ciclón se va adentrando a tierra, su velocidad va disminuyendo debido a los efectos orográficos. Esta zona de velocidades de vientos fuertes, coincide con la que se muestra en el caso de la media de la velocidad de vientos máximos sostenidos.



**Figura IX.19.** Media de la velocidad de vientos máximos sostenidos [km/h] para ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico de 1851 a 2000 (sólo zona con  $n > 2$ ).

Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.



**Figura IX.20.** Máximo de la “velocidad de vientos máximos sostenidos” [km/h] para ciclones tropicales que se han presentado en el Atlántico de 1851 a 2000 (sólo zona con  $n > 2$ ).

**Fuente:** Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, 2002.

También se distinguen máximos de velocidades mayores a los 200 km/h en la punta norte de la península de Yucatán, con la salvedad de que la disminución de los valores de esta variable es más lenta que en el estado de Tamaulipas. Ello se debe a que no existe ninguna barrera montañosa que se interponga en el camino del ciclón. Una diferencia notable es que, comparado con el mapa de las medias de las velocidades, es la zona de alta intensidad sobre el mar Caribe, entre Cuba, Quintana Roo, Belice y Honduras, que se manifiesta de manera más explícita, ya que, aunque en promedio dicha zona no muestra una concentración de intensidad especial, ocasionalmente hay ciclones en la zona sumamente intensos.

### Peligro por lluvias y ciclones tropicales.

De conformidad con el Capítulo 3 (Riesgo municipal por época de lluvias y ciclones tropicales en México y proyecciones bajo escenarios de cambio climático) del Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático (IMTA, 2015), se determinó el riesgo actual de la época de lluvias y ciclones tropicales en el ámbito municipal, en los estados del país, y delegacional en la Ciudad de México, como diagnóstico para el desarrollo de un manejo integral de prevención de desastres, y así procurar el menor daño posible en las comunidades vulnerables. Para conocer el riesgo es necesario calcular el peligro, la vulnerabilidad y evaluar el grado de exposición de la población (**Tabla IX.11**).

**Tabla IX.11.** Valor numérico, valor nominal, color asignado y número de municipios en los diversos rangos de riesgo actual ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales.

Valor de riesgo	Riesgo	Color asignado	Número de municipio
$43.75 \leq \text{Riesgo}$	Muy alto	Rojo	18
$35 \leq \text{Riesgo} < 43.75$	Alto	Naranja	76
$26.25 \leq \text{Riesgo} < 35$	Moderado	Rosa	180
$17.5 \leq \text{Riesgo} < 26.25$	Moderado bajo	Amarillo	404
$8.75 \leq \text{Riesgo} < 17.5$	Bajo	Verde	803
$0 \leq \text{Riesgo} < 8.75$	Muy bajo	Azul	975

Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015.

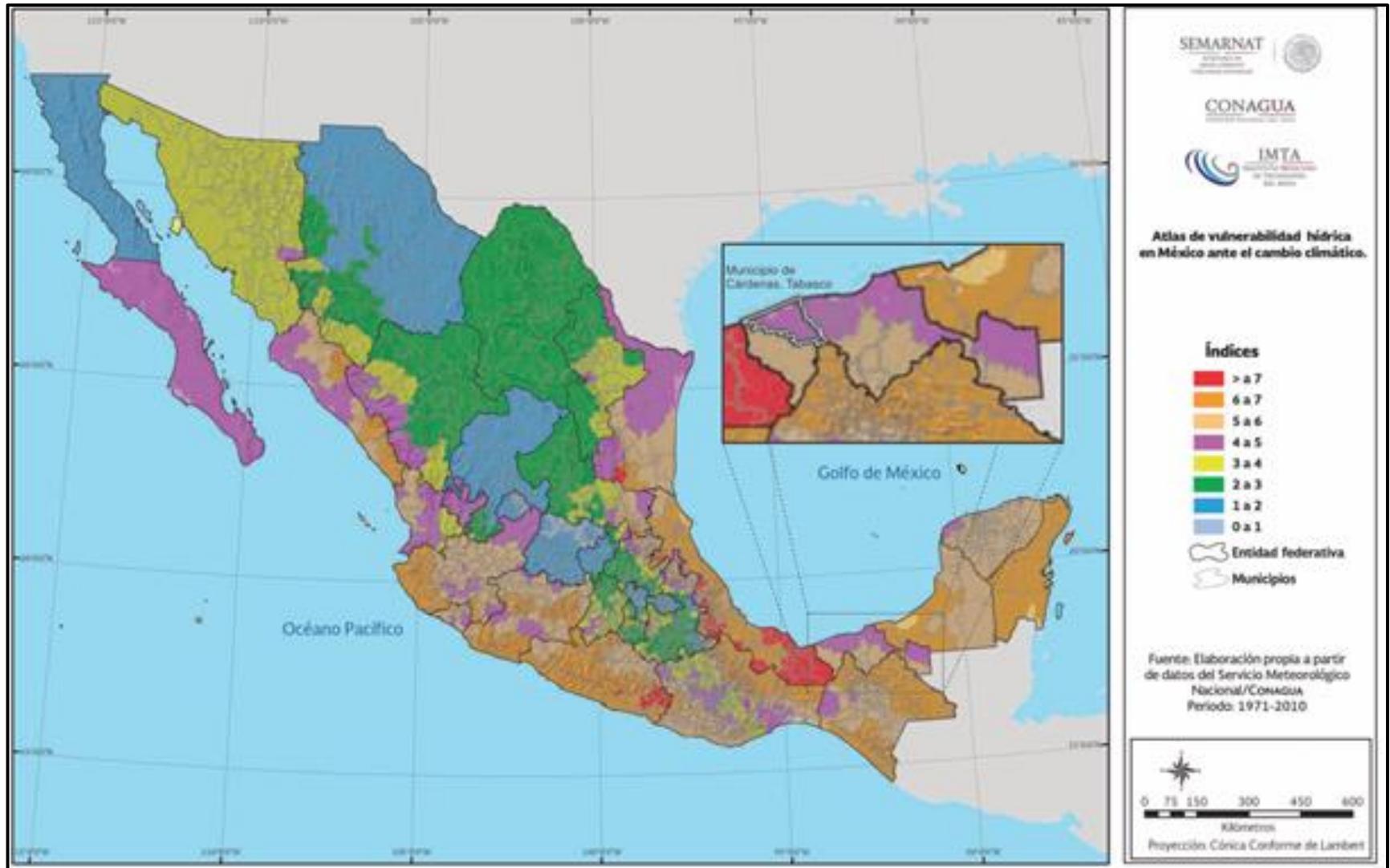
El Índice de ingreso de ciclones tropicales fue obtenido a partir de la base de datos de ciclones tropicales que han afectado a México durante el periodo 1971 a 2010, publicada por el Servicio Meteorológico Nacional/Comisión Nacional del Agua, en su sitio de Internet (<http://smn.conagua.gob.mx>), la cual contiene las entidades federativas afectadas durante el ingreso o paso de ciclones tropicales, determinando el nombre y la categoría del ciclón durante el impacto, el lugar de entrada a tierra o costa más cercana, el periodo de afectación y el océano de origen del fenómeno.

Para generar el índice, las entidades federativas fueron ordenadas de acuerdo con el número de veces que fueron afectadas de 1971 a 2010, con el valor mayor al inicio y el menor al final. De ahí se definió un índice numérico con valor de 8 para los primeros cuatro lugares, con valor de 7 para los lugares cinco a ocho, y así sucesivamente, hasta el valor de 1 del lugar 29 al 32. Los valores resultantes de los índices tienen origen estrictamente cuantitativo; sin embargo, el resultado se debe considerar de modo cualitativo, donde lo importante es determinar el valor relativo del peligro de cada una de las entidades federativas.

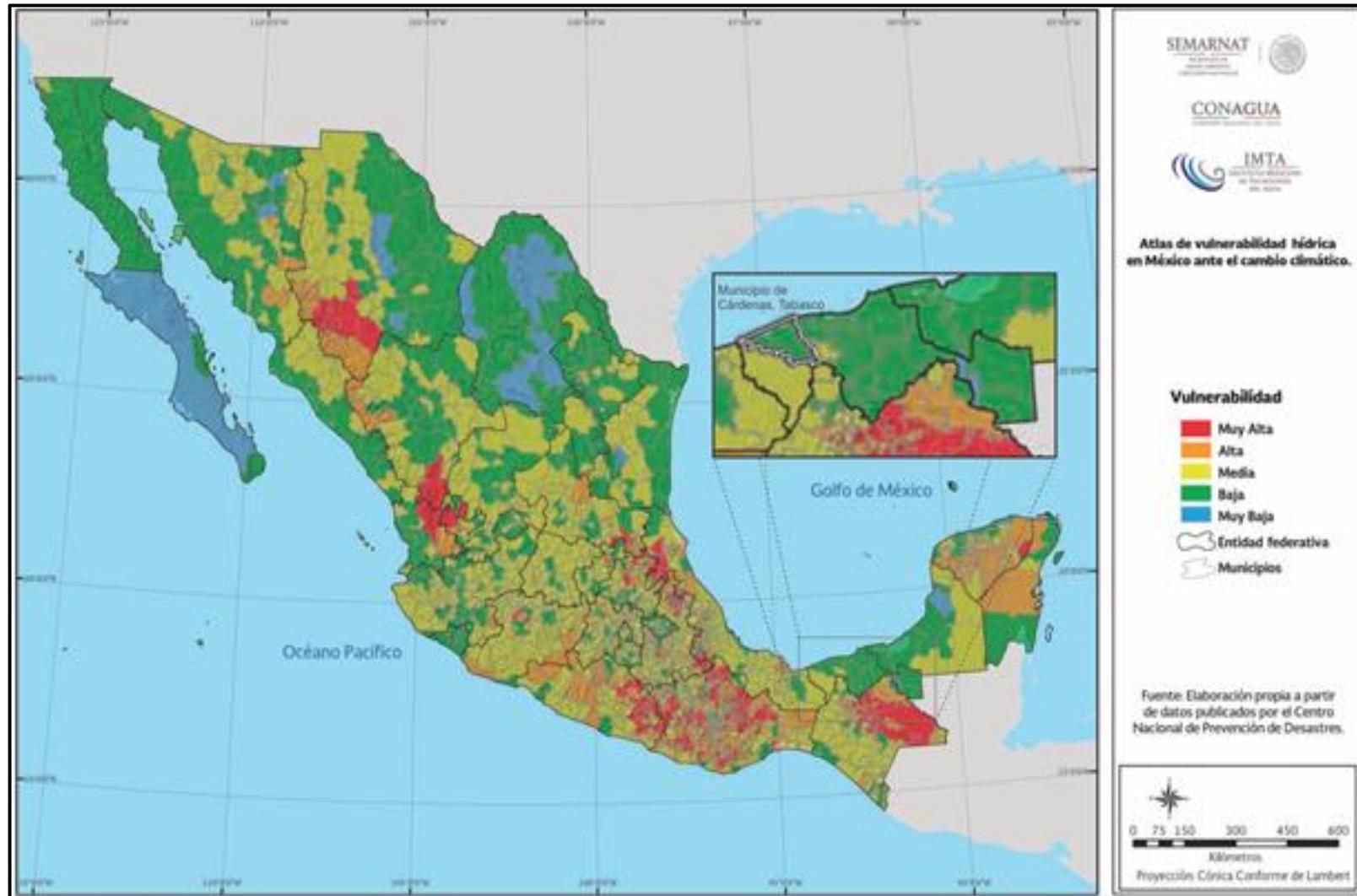
Para el cálculo del Índice de lluvia se utilizó la base de datos de lluvia diaria del Servicio Meteorológico Nacional/Comisión Nacional del Agua, para el periodo mayo-noviembre de 1971 a 2010, calculando la lluvia media diaria en mm/día para las estaciones reportadas utilizando una interpolación. El valor de lluvia promedio diaria obtenido se ordenó de mayor a menor y se le asignó el valor numérico de 8 al 1, siguiendo un procedimiento equivalente al del índice anterior.

Al realizar el promedio de los índices de ingreso de ciclones tropicales y el índice de lluvia, se obtiene el valor del Peligro por temporada de lluvias y ciclones tropicales. Los valores más altos (Índice = 7.5) del Peligro se encuentran en municipios de Guerrero, Veracruz y Tamaulipas; con valores también altos (Índice entre 6.5 y 7.0) en municipios de Campeche, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí y Sinaloa. En el caso específico del municipio de Cárdenas en Tabasco, el índice de ingreso de ciclones tropicales y el índice de lluvia es de 4 a 5, que se considera moderado (**Figura IX.21**).

El índice de vulnerabilidad social se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre, calculado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de México, en el ámbito municipal, y publicado en el sitio de Internet <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/>. Este índice ha hecho uso de los datos del Censo de Población 2010. Para el caso particular del municipio de Cárdenas en Tabasco, el índice de vulnerabilidad social es bajo (**Figura IX.22**).



Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015  
**Figura IX.21.** Índice de ingreso de ciclones tropicales y el índice de lluvia.



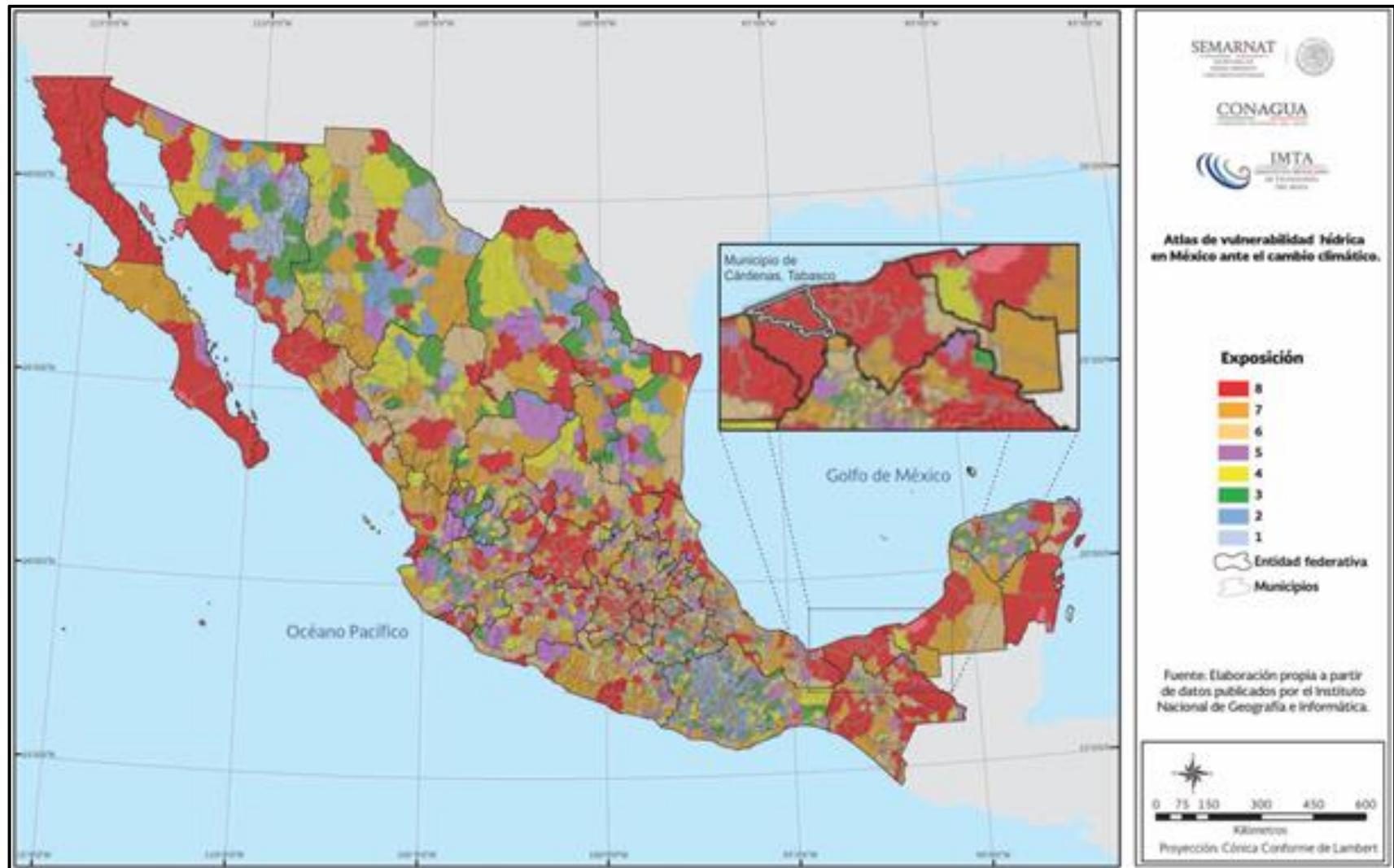
Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015  
Figura IX.22. Índice de vulnerabilidad social..

El Grado de exposición se considera directamente proporcional a la población total de cada municipio o delegación. Para obtener el índice de exposición se utilizó la información sobre el Censo de Población 2010 de la página de Internet del Instituto Nacional de Estadística y Geografía ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)), en el ámbito municipal, contando con 2,456 municipios, los cuales se ordenaron de mayor a menor y divididos en bloques, de tal manera que se colocara el índice numérico con valor de 8 a 1. El valor de 8 corresponde al primer bloque de 307 municipios con mayor población, mientras que el valor 1 se encuentra en el bloque de los 307 municipios con menor población. *De manera específica, el municipio de Cárdenas en Tabasco presenta un grado de exposición muy alta.*

Multiplicando los índices de peligro por los índices de vulnerabilidad y exposición, se obtienen los valores de Riesgo en un rango de 0.8 a 52.5, para los 2,456 municipios y delegaciones de la república mexicana, clasificados en: “Muy alto”, “Alto”, “Moderado”, “Moderado bajo”, “Bajo” y “Muy bajo” riesgo

El resultado del cálculo de riesgo municipal del Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático (**Figura IX.23**), muestra que los estados que tienen municipios en “Muy alto” riesgo, con el número de municipios indicado entre paréntesis, son: Guerrero (6), Chiapas (5), Veracruz (5), Oaxaca (1) y Quintana Roo (1); siendo Veracruz y Quintana Roo afectados por ciclones del Atlántico y, en el caso de Chiapas y Oaxaca, por ciclones de ambos océanos; mientras que para Guerrero, por ciclones del océano Pacífico. Adicionalmente, los estados con municipios en “Alto” riesgo son: (cuadro 3.3): Veracruz (24), Chiapas (17), Guerrero (11), Oaxaca (7), San Luis Potosí (5), Hidalgo (3), Michoacán (3), Puebla (2), Yucatán (2), Nayarit (1) y Quintana Roo (1).

El promedio aritmético estatal de los índices de riesgo se muestra en la **Tabla IX.12**. Los estados que encabezan este promedio son: Guerrero, Quintana Roo, Chiapas y Veracruz, todos ellos con índice de riesgo promedio que supera el valor de 24. Los estados con el menor valor medio de riesgo y donde todos los municipios se encuentran en condición de “Muy bajo” riesgo son: Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes. De forma particular el estado de Tabasco, tiene el lugar No. 8 con un promedio aritmético de 16.22 respecto al riesgo por lluvias y ciclones tropicales.



Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015.

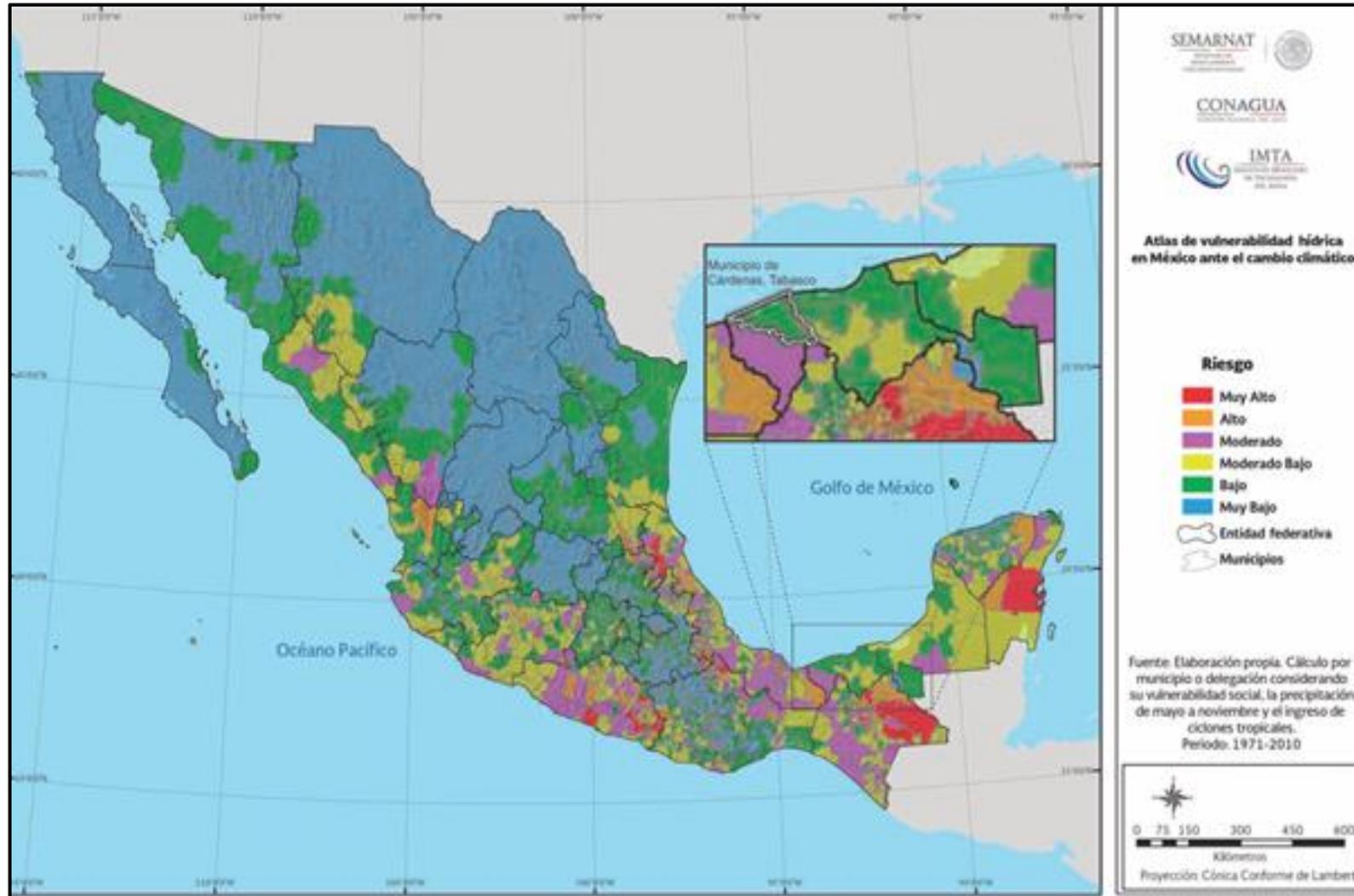
Figura IX.23. Grado de exposición.

**Tabla IX.12.** Promedio aritmético por estado, del valor de riesgo municipal.

Número	Estado	Promedio estatal
1	Guerrero	26.85
2	Quintana Roo	26.73
3	Chiapas	24.50
4	Veracruz	24.40
5	Michoacán	19.69
6	Sinaloa	18.85
7	Campeche	18.64
8	Tabasco	16.22
9	San Luis Potosí	15.94
10	Nayarit	15.57
11	Jalisco	14.91
12	Colima	13.56
13	Distrito Federal	13.50
14	Tamaulipas	13.11
15	Hidalgo	13.10
16	Yucatán	12.48
17	Estado de México	11.42
18	Puebla	11.41
19	Morelos	10.82
20	Oaxaca	9.54
21	Baja California Sur	8.82
22	Querétaro	8.18
23	Durango	8.13
24	Nuevo León	7.48
25	Baja California	7.04
26	Guanajuato	6.24
27	Tlaxcala	5.62
28	Sonora	5.55
29	Chihuahua	5.47
30	Zacatecas	4.40
31	Coahuila	4.13
32	Aguascalientes	3.75

Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015.

A este respecto, el índice de riesgo por lluvias y ciclones tropicales específico del municipio de Cárdenas en Tabasco es bajo (**Figura IX.24**).



Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015

Figura IX.24. Índice de riesgo por lluvias y ciclones tropicales.

## CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO.

Para la **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV”** se propuso un derecho de vía existente y se evaluaron los criterios ecológicos, técnico-operativos, sociales y de riesgo para prevenir la afectación de factores ambientales en el sitio y su área de influencia, a fin de que el proyecto no presente problema alguno durante su construcción, puesta en operación y funcionamiento.

Previo a la selección, se llevaron a cabo visitas prospectivas a la zona del proyecto, obteniendo la información necesaria y específica del área, tomando en cuenta minimizar impactos negativos a la vegetación, fauna y topografía, evitando los asentamientos humanos, áreas de vegetación protegida y zonas sensibles. Igualmente, se consideró la facilidad de acceso para la introducción de los materiales y equipos requeridos durante la construcción y mantenimiento futuro.

Adicionalmente, se analizó la zona de influencia del proyecto de **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV”** con la finalidad de determinar si el procedimiento constructivo mediante la Perforación Horizontal Direccional pudiera presentar algún impacto negativo sobre el ecosistema de manglar donde se identificaron las especies de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*) catalogados como Amenazados por la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y protegidos por la **Ley General de Vida Silvestre (artículo 60 TER)** y la **NOM-022-SEMARNAT-2003**, así como determinar si podría afectar el flujo hídrico de los cuerpos de agua adyacentes, el manto freático y la zona de influencia en general.

Se considera que la zona propuesta para la **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV”** es un sitio viable que representa el menor costo ambiental y económico.

Los criterios considerados para determinar la ubicación del proyecto fueron los siguientes:

- **Criterios técnicos:**

Con la finalidad de determinar si la obra era técnicamente viable, fue necesario llevar a cabo una serie de estudios preliminares como: levantamientos topográficos,

diseño de la trayectoria, profundidad y análisis del método de construcción más viable para el proyecto.

También, se evaluó la disponibilidad de acceso de los servicios que se requerirán para la construcción de la obra dentro del área de influencia del sitio, tal como; la obtención de agua cruda y potable, maquinaria y equipo, combustible, mano de obra temporal y permanente, entre otros. Resultando factible el transporte de servicios a la zona.

Es importante señalar que el oleoducto será construido con base en los lineamientos sobre la densidad de población asentada en las áreas aledañas. Además, está diseñado con el factor de seguridad clase 1 y 2, que garantiza la operación segura del oleoducto a lo largo de su vida útil y, por lo tanto, la seguridad de la población.

Los trabajos se realizarán estrictamente dentro de un calendario programado de actividades, con la finalidad de no extender los tiempos de ejecución ni realizar acciones diferentes a las planeadas, utilizando para ello personal calificado que labore dentro de las áreas autorizadas para tal fin.

- **Criterio Socioeconómico:**

La extracción del hidrocarburo contenido en la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), surge con la necesidad de cubrir la demanda nacional y regional de este recurso no renovable. Cabe señalar, que esta obra es de gran importancia por la serie de beneficios económicos para la región y a nivel nacional, donde tendrá un efecto directo.

La puesta en marcha del proyecto, pretende mejorar el nivel de vida de la población colindante al área del proyecto, generando empleos temporales y de planta, tanto de profesionistas como de mano de obra no calificada. Asimismo, generará empleos indirectos relacionados con el suministro de productos alimenticios y servicios a los trabajadores durante las diferentes etapas del proyecto.

Este criterio estará determinado por la cercanía de las poblaciones a los lugares donde se pretenden ubicar las obras, ya que por seguridad se respetan distancias definidas en función al tipo de obra a desarrollar. De la misma manera, el impacto económico para la paraestatal es de suma importancia en términos de producción y conducción, ya que optimizará el manejo y transporte de la producción de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

- **Criterio Ambiental:**

Con el objeto de evitar un daño potencial sobre el sistema ambiental y debido a la importancia ecológica del manglar, se decidió llevar a cabo la “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV**” ejecutando todas las actividades de perforación, operación y mantenimiento dentro de derechos de vía existentes.

A fin de minimizar la afectación de la vegetación y fauna existente en los sitios sensibles, cuando las áreas presentan zonas de alta fragilidad ecológica, **se considera utilizar la técnica de Perforación Horizontal Direccional** a fin de no modificar o alterar la zona de manglar (descrita en el **Capítulo IV**), para permitir el desarrollo evolutivo de las actividades en la zona y del ambiente.

Cabe repetir que, durante las obras de construcción por Perforación Horizontal Direccional, el ducto pasará por debajo de la tierra a una distancia entre los 6 y 7 metros de profundidad de la cobertura vegetal de manglar.

En síntesis, el sitio seleccionado se considera el más viable por las siguientes razones:

- a) Baja afectación al ecosistema.
- b) Áreas sin presencia de población.
- c) Existencia previa de caminos de acceso y derechos de vía.
- d) Satisfacción de una demanda social y económica con generación de empleos temporales.

El proyecto se realizará en estricto apego a la normatividad ambiental vigente, con la implementación de programas enfocados en: la gestión integral de los residuos generados, al control de la contaminación del aire, del suelo, del agua y en la sensibilización del personal en cuanto al respeto y conservación de los elementos del sistema ambiental de la zona. Asimismo, las medidas de mitigación y sustentabilidad darán origen a un escenario más amigable entre la obra y el medio ambiente.

### IX.3 HOJAS DE SEGURIDAD.

Teniendo como criterio normativo para determinar a la obra como Actividad Altamente Riesgosa por el material manejado, se considera el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas contempladas por la Ley General del Equilibrio

Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que considera las características CRETIB (Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables, Biológicas) de las sustancias o materiales, así como el volumen o cantidad manejada.

El proyecto considera el oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV cuyo material a manejar será únicamente el aceite crudo de los campos de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M).

El aceite crudo a manejar de acuerdo con las características CRETIB enunciadas en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, cumple principalmente con la propiedad de ser Inflamable, y por los componentes presentes en la mezcla sólo Tóxico en caso de ser ingerido o estar expuesto de manera prolongada y constante.

En el **Capítulo XIII numeral XIII.2.1**, se incluye la hoja de datos de seguridad del aceite crudo, misma que cumple con los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000. De manera adicional, en la **Figura IX.25**, se muestra un ejemplo del informe de análisis para caracterización del aceite crudo producido en la Batería Cinco Presidentes, realizado por el Laboratorio de Operación de Explotación de PEMEX, con la finalidad de tener un conocimiento más amplio sobre las características y propiedades que se deben tener en cuenta para su buen manejo, así como las consideraciones en cuanto a las medidas que se deben tomar en caso de que en algún momento, rebasen los límites de contención.

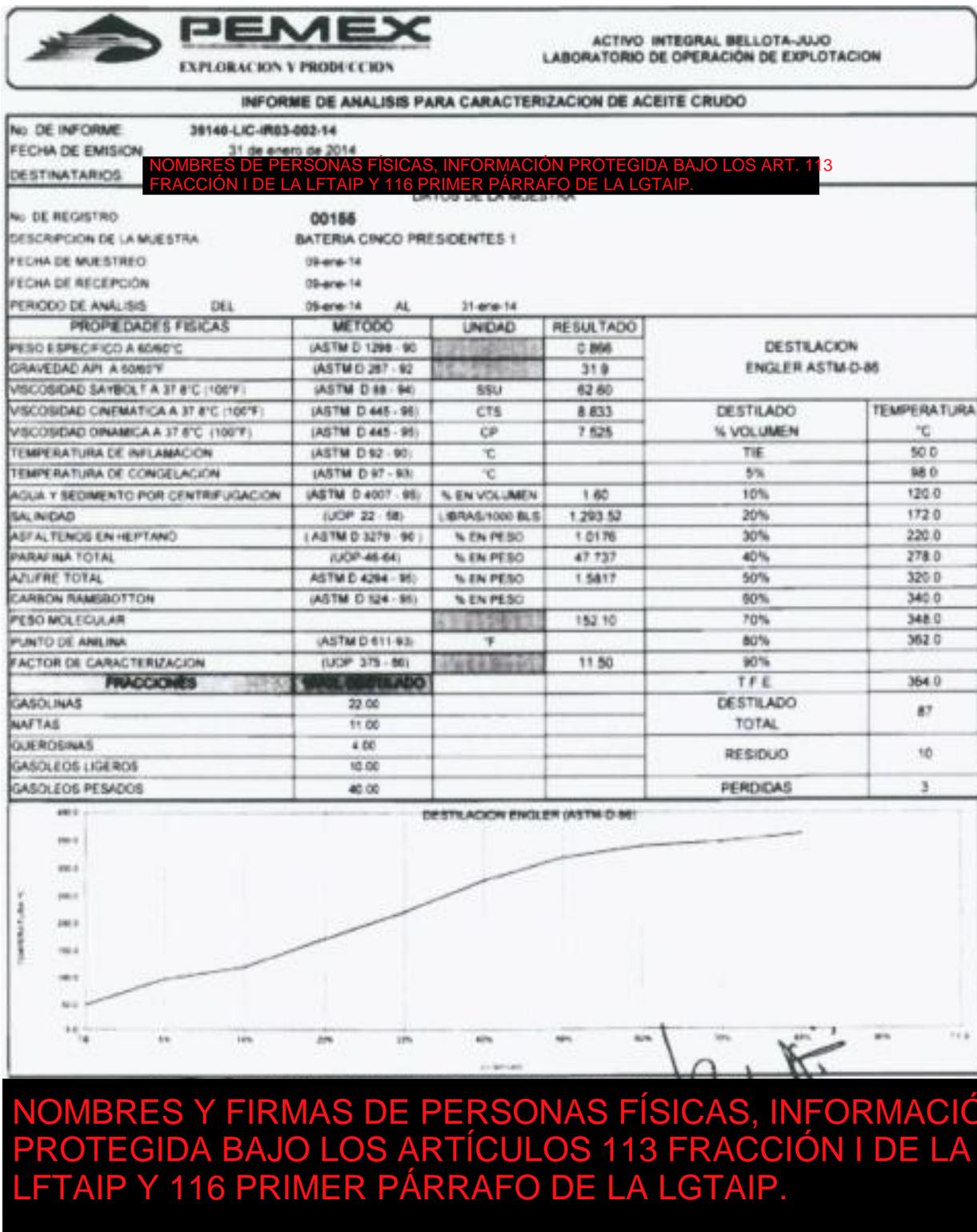


Figura IX.25. Caracterización del aceite crudo manejado en la Batería Cinco Presidentes.

## IX.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

### IX.4.1 Operación.

En la **Tabla IX.13.** se manifiestan las especificaciones, condiciones de operación y condiciones de diseño del oleoducto.

**Tabla IX.13.** Especificaciones, condiciones de operación y diseño del oleoducto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CONDICIÓN
Flujo de aceite Máx./Nor/Mín.		<b>CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.</b>
Presión Máxima		
Temperatura Máxima		
Longitud total		
Clase de localización		
Diámetro nominal		
Diámetro exterior		
Espesor de pared		
Especificación		
Presión de diseño		
Presión de prueba hidrostática		
Temperatura de diseño		

El aceite crudo transportado a través del oleoducto se encuentra en estado líquido.

Para mayores detalles, en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.2,** se integra el Diagrama de Tubería e Instrumentación DTI-803-ING-017-A-400 “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV**”.

### IX.4.2 Pruebas de verificación

El oleoducto se instalará con las medidas de seguridad requeridas y necesarias para su operación segura, para ello será sometido a Pruebas No Destructivas (PND) que la verifiquen y validen.

Para corroborar la integridad de la soldadura en la tubería de acero, ésta se someterá a Métodos Radiográficos, que muestren los defectos que puedan afectar dicha integridad. Asimismo, se llevará a cabo la respectiva Prueba Hidrostática, importante para garantizar la hermeticidad del oleoducto.

La prevención de la corrosión exterior en la tubería de acero enterrada se llevará a cabo mediante la aplicación de recubrimientos anticorrosivos y sistemas de

protección catódica, con la finalidad de tener la tubería en buenas condiciones de integridad para su operación y condiciones de seguridad.

El diseño seleccionado contempla los requerimientos establecidos por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en la Norma Oficial Mexicana NOM-09-ASEA-2017, así como todos los aspectos necesarios para conservar la integridad y facilitar el mantenimiento del mismo, garantizando el pleno funcionamiento, evitando mecanismos y/o modos de fallas, interrupciones en el sistema y pérdidas, protegiendo al personal (operativos, contratistas), zonas aledañas y al medio ambiente.

A continuación, se describen de manera detallada las actividades a realizar para llevar a cabo las pruebas de verificación del oleoducto en su instalación.

### **Doblado, tendido, manejo, alineado y soldado de tubería de acero subterránea:**

- Antes de iniciar el tendido de la tubería, se deberá recorrer el DDV y evaluar la cantidad de curvas y grado de curvatura, registrar el kilometraje de ubicación de cada una de ellas, las cuales se doblarán y protegerán en planta.
- Carga, transporte y distribución a lo largo del DDV, sobre polines o costales rellenos de arena o tierra, dos o más por junta.
- Revisión de biseles y corrección de daños ocasionados por golpes pequeños.
- Alineación de tubería, juntando extremo con extremo, formando una línea paralela a la zanja,
- Punteo de tubería con soldadura manteniéndola fija.
- Soldadura a tope con sistema de arco eléctrico.
- Inspección radiográfica de juntas de campo al 100% de inspección al total de las soldaduras
- Parcheo de juntas
- Parcheo anticorrosivo, de juntas, de los extremos de tubería que no se protegen en planta, 5 cm. De cada lado del tubo aproximadamente.
- Limpieza de la tubería usando cepillos de alambre con rotor eléctrico hasta eliminar totalmente la herrumbre, polvos y otras impurezas.
- Aplicación de recubrimiento anticorrosivo, utilizando el mismo sistema aplicado en planta.
- Inspección eléctrica del recubrimiento en toda la longitud de la tubería para detectar defectos y parcheo de los mismos.

## Prueba hidrostática en tubería sosteniendo la presión proyectada en el oleoducto durante 24 h:

El ducto estará sujeto a la prueba hidrostática de 24 horas a una presión acorde al procedimiento de referencia **PEP-PHT-003** (PRUEBA HIDROSTÁTICA PARA SISTEMAS DE TUBERÍAS TERRESTRES), el cual conlleva realizar las siguientes actividades:

- Instalación de instrumentos para registro de prueba hidrostática (manógrafo con su gráfica, conexiones, tapones, líneas de llenado y descarga, accesorios, manómetros, etc.).
- Suministro de agua dulce, neutra y libre de partículas en suspensión para prueba hidrostática.
- Llenado de tubería mediante el bombeo de agua, eliminando el aire que pudiera contener la tubería con un diablo de limpieza empujado por el agua.
- Cambio de bomba de llenado a bomba de alta presión, levantando la presión hasta el 50% adicional a la presión de operación.
- En caso de que la presión de prueba sufra variaciones por fuga, deberá localizarse esta, repararse, volver a llenar la tubería y levantar la presión nuevamente.
- Desarrollo de la prueba cumpliendo con el procedimiento establecido en el Reglamento de Trabajos Petroleros. Verificación de prueba con una gráfica con registro de 24 h.
- Una vez realizada la prueba a satisfacción de PEP, se certificará la prueba en presencia de técnicos de PEP.
- Desmantelamiento de equipo y limpieza general del área.

Así como el cumplimiento a las normativas nacionales e internacionales vigentes.

### Limpieza:

*Corrida de diablos de limpieza posterior a la prueba hidrostática.*

- Se ejecutará una corrida de diablos de cuerpo de neopreno, impulsado por aire, posterior a la prueba hidrostática para desalojar el agua de la tubería, y garantizar su limpieza.

*Tubería aérea.*

- Limpieza de tubería con chorro de arena o granalla de acero, acabado comercial o metal blanco (sand-blast).

- Aplicación de una capa de primario epóxico catalizado RP-6 por aspersion con espesores de 2 a 4 milésimas de pulgada.
- Aplicación de una capa de acabado epóxico catalizado de altos sólidos RA-26 aplicado por aspersion con espesor de 5 milésimas de pulgada.
- Aplicación de una capa de acabado epóxico de poliuretano ra-28 aplicado por aspersion con espesor de 5 milésimas de pulgada.

#### *Tubería subterránea.*

- Limpieza de tubería con chorro de arena o granalla de acero, acabado comercial o metal blanco (sand-blast).
- El recubrimiento dieléctrico puede ser sistema de encintado, esmaltado o recubrimiento de polvo epóxico aplicado por termofusión, su capacidad aislante será superior a los 12,000 volts.

#### **Sistema de protección:**

- Recubrimientos anticorrosivos en instalaciones superficiales.
- La protección catódica dieléctrica en tuberías de acero subterráneas puede ser: de corriente impresa, o ánodos de sacrificio.
- Inyección de inhibidores de corrosión.

#### **Procedimiento de certificación de materiales empleados:**

Los materiales serán certificados por la compañía que se designe y supervisados por PEMEX Exploración y Producción, el procedimiento de certificación se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Manejo, trazo, corte y biselado de las tuberías a empatar y/o del carrete de ajuste necesario.
- Soldado de los extremos de la tubería a empatar y/o del carrete de ajuste necesario.
- Tiempos de espera necesarios para que las juntas se radiografíen 100%.
- Protección anticorrosiva de las juntas y tramos dañados durante la maniobra.
- De acuerdo a los requerimientos de la norma NOM-009-ASEA-2017 (Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos).
- Límites de tolerancia a la corrosión. Para este tipo de obras, la tolerancia a la corrosión está dada por las normas de PEP, basadas en las normas *American National Standard Institute* (ANSI), que establece para este proyecto, la tolerancia a la corrosión mínimo de 0.125".
- Recubrimientos internos y externos

- Suministro de material de recubrimiento exterior anticorrosivo en planta a base de epóxico adherido por fusión, deberá cumplir las especificaciones ASTM, normas de PEMEX, pruebas de laboratorio certificadas por el IMP y control de calidad del producto de acuerdo a la norma ISO-9001.
- Limpieza con granalla de acero a metal blanco con patrón de anclaje de 0.38 a 0.64 mm de acuerdo a la norma PEMEX 3.41 1.01.
- Aplicación de material anticorrosivo en caliente de acuerdo a especificaciones del fabricante y certificado de una empresa miembro de IACS, conforme a la norma ISO-9001 y con la aprobación de PEMEX Exploración y Producción, en cada extremo del tubo se deberá dejar sin aplicación del anticorrosivo una distancia de 15 cm para facilitar los trabajos de alineado y soldadura.

#### **Inspección de la calidad de soldadura mediante exposición radiográfica:**

- Ejecución de la inspección radiográfica con personal capacitado de acuerdo a los lineamientos generales que recomienda la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas (ASNT, siglas en inglés).
- Control y registro sobre la calidad y eficiencia del trabajo de cada técnico nivel II.

### **IX.5 PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Como parte de garantizar la operación segura del oleoducto, PEMEX Exploración y Producción tiene contemplado llevar a cabo una serie de actividades operativas y de mantenimiento para prevenir mecanismos y/o modos de fallas que mermen la integridad del material.

A continuación, se describen las actividades que serán realizadas para vigilar el estatus de la integridad del oleoducto:

#### **INSPECCIÓN.**

Todas las anomalías que se encuentren durante la inspección se informarán indicando las acciones necesarias para confirmarlas y en su caso, corregirlas.

La inspección del oleoducto y su respectivo Derecho De Vía (DDV), se realizará tomando como punto de partida (mínimo) lo indicado en el punto 6 de la NOM-009-ASEA-2017 (Tabla 5 Equipo utilizado en inspección interna y detección de indicaciones) y estará incluido lo indicado en la **Tabla IX.14.**, en la cual se señala: Qué Programa de inspección corresponde, Tipo de Inspección, Localización, Actividad, Equipo requerido y frecuencia para cada nivel de inspección. Al no ser limitativa la Norma, PEMEX ampliará este tipo de programa en el ducto.

**Tabla IX.14.** Programa, Tipo y Frecuencia de Inspección para Ductos Terrestres considerando la NOM-009-ASEA-2017.

Programa de Inspección	Tipos de Inspección	Localización	Actividad	Equipo	Frecuencia de inspección
Externa	Nivel 1	Tubería superficial, interfaces aire - tierra, cruces, trampas de diablos, accesorios, cruces de vías, derechos de vía, entre otros.	Observación visual para localizar tramos, zonas o puntos de riesgo a lo largo del ducto.	Mediante el uso de vehículo terrestre y en su caso recorridos a pie para acceder a las instalaciones que serán inspeccionadas.	Zonas Urbanas cada 15 días. Zonas Rurales cada mes
	Nivel 2 (Protección catódica y anticorrosiva)	Línea Regular	Medición de espesores de pared.	Uso de equipos de pulso eco de 2,25 MHz de frecuencia y 13 mm (½ in) de diámetro con transductores de haz recto	Cada año los primeros dos años de vida del ducto, y luego se programará en un tiempo no mayor a una tercera parte del periodo determinado a partir de la velocidad de corrosión
			Monitoreo de la protección Catódica.	Conforme a lo establecido en la NOM-009-ASEA-2017.	Conforme a lo establecido en la NOM-009-ASEA-2017,
			Inspección de la protección Anticorrosiva	Observación visual del estado de la protección.	Cada año los primeros dos años de vida del ducto, y luego se programará en un tiempo no mayor a una tercera parte del periodo determinado a partir de la velocidad de corrosión
		Sistemas y dispositivos de seguridad	Inspeccionar estado mecánico, capacidad y seguridad de operación, calibración, instalación, protección, entre otros.	Adecuado dependiendo del sistema o dispositivo.	Cuando menos una vez al año.
Equipos, válvulas, accesorios y conexiones	Medición de espesores Inspección de Partes Mecánicas <sup>(3)</sup>	Similar al requerido para Línea Regular. Adecuado dependiendo del accesorio	Cuando menos una vez al año.		
Interna	Nivel 3 (Equipo instrumentado)	Línea Regular	Inspeccionar espesor y geometría interna del ducto	Cualquiera de los siguientes diablos instrumentados: a) De flujo magnético. b) Ultrasonido. c) Geómetra.	De acuerdo con el programa establecido por PEMEX en base al estudio de integridad mecánica.
Especial	Nivel 4 (Pruebas No Destructivas)	Localización particular que requiera de esta inspección.	Medición de espesores, protección catódica, parte mecánica, recubrimiento anticorrosivo, entre otros.	Adecuado dependiendo de la zona a inspeccionarse.	Conforme al programa establecido por PEMEX, pero no mayor de 6 meses.

## Mantenimiento.

El mantenimiento del oleoducto se efectuará durante todo el tiempo que dure en operación, de acuerdo con una adecuada programación. Para el cuidado del ducto, se proporcionará mantenimiento preventivo en las instalaciones superficiales, tanto de salida como de llegada de acuerdo al programa de mantenimiento para conservar su integridad mecánica.

Todos los trabajos de mantenimiento que se realicen, estarán supervisados por personal calificado y con pleno conocimiento de los riesgos inherentes al material y los equipos que se manejen, así como de la seguridad pública y del personal.

En caso de mantenimiento correctivo, las reparaciones se realizarán mediante un procedimiento calificado y aprobado por PEMEX y serán efectuadas por personal calificado en el trabajo de mantenimiento y con conocimientos de los riesgos a que se puede estar expuesto, utilizando maquinaria, equipos y materiales específicos para cada trabajo o actividad de reparación. Se seguirán las recomendaciones de seguridad indicadas en el Sistema de administración de la seguridad de PEMEX, así como, las normativas nacionales e internacionales aplicables.

Las imperfecciones deben estar limitadas y como mínimo deben ser iguales o menores a lo indicado en la **Tabla IX.15**.

**Tabla IX.15.** Discontinuidades en ductos y reparaciones permanentes o definitivas aceptadas.

TIPO	LÍMITES (para defectos aislados)	ACCIONES	REPARACIÓN DEFINITIVA O PERMANENTE ACEPTADA
Ranuras	Profundidad mayor de 10% del espesor nominal		
Abolladuras	Cuando afecten la curvatura de la tubería en la soldadura longitudinal o en cualquier soldadura circunferencial.	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
	Las que contengan algún concentrador de esfuerzos tal como arrancadura o ranura.		
	Las que excedan una profundidad de 6,4 mm (1/4 in.) en una tubería de 304,8 mm (12 in.) y menores o 2% del diámetro nominal de tuberías mayores de 304,8 mm (12 in)		
Daño caliente	Los daños calientes que rebasen el 10% del espesor nominal de la tubería deben ser evaluados con estudios de ingeniería.	Sustituir tramo* o reparar	1, 2 o 3

TIPO	LÍMITES (para defectos aislados)	ACCIONES	REPARACIÓN DEFINITIVA O PERMANENTE ACEPTADA
Grietas	Inaceptable a menos que se realice un estudio de mecánica de fractura.	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
Imperfecciones en soldaduras:			
-Penetración inadecuada y fusión incompleta	25,4 mm (1 in.) de longitud	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
-Área quemada	6,4 mm (1/4 in.) de dimensión máxima o el espesor del material base	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
-Inclusiones de escoria	50,8 mm (2 in) de longitud o 1,6 mm (1/16 in) de ancho	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
-Porosidad o burbujas de gas	1,6 mm (1/16 in) de dimensión máxima	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
-Socavación	Profundidad de 0,8 mm (1/32 in) o 12,5% del espesor (el que sea menor) y su longitud no excederá el valor menor entre 50,8 mm (2 in) o 3,2 mm (1/8 in) de la longitud de soldadura	Sustituir tramo* o reparar	1 o 2
Corrosión externa generalizada	Espesor mínimo requerido = Espesor de diseño por presión interna + Espesor de pared adicional por corrosión	Reparar, reemplazar u operar a presión reducida	1, 2 o 5
Corrosión interna generalizada	Espesor mínimo requerido = Espesor de diseño por presión interna + Espesor de pared adicional por corrosión	Reparar, reemplazar u operar a presión reducida	1 o 2
Corrosión localizada interna	De acuerdo al perfil de corrosión	Reparar, reemplazar u operar a presión reducida	1 o 2
Corrosión localizada externa	De acuerdo al perfil de corrosión	Reparar, reemplazar u operar a presión reducida	1, 2, 3, 4 y 5
<p>NOTA: En caso de presentarse fuga en cualquier tipo de discontinuidades citadas, ésta debe ser reparada mediante el método de reparación definitiva o permanente.</p> <p>REPARACIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustitución de tramo.</li> <li>2. Envoltente circunferencial completa soldada.</li> <li>3. Esmerilado hasta un 10% del espesor de pared nominal.</li> <li>4. Relleno con material de aporte.</li> <li>5. Refuerzo no metálico.</li> </ol> <p>* Una soldadura sólo podrá ser reparada 2 veces y si vuelve a salir con defecto se debe eliminar cortando un carrete.</p>			

Criterios de rechazo diferentes a los establecidos en la tabla anterior pueden ser aceptados siempre y cuando se demuestre con estudios de ingeniería basados en

modelos de mecánica de fractura, elemento finito, pruebas de laboratorio, entre otros, que el efecto real de las anomalías no pone en riesgo estructural la integridad de los ductos y por lo tanto la seguridad y confiabilidad de las instalaciones.

Una soldadura sólo podrá ser reparada dos veces y si vuelve a salir con defecto se debe eliminar cortando el carrete donde se localiza el defecto.

### **Medidas de Seguridad**

Como primera medida de seguridad, será la correcta vigilancia al Diseño de los ductos, accesorios e instrumentos contemplados en la construcción de la obra.

Durante la operación normal del oleoducto, las dos variables importantes a vigilar durante el transporte del aceite crudo son el Flujo y la Presión. Se contará con un medidor de flujo instalado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 para contabilizar la producción enviada hacia el CPGLV. Entre otros instrumentos básicos de control de procesos, también contará con Indicadores de Presión. En la Batería de Separación Cinco Presidentes contará con un Indicador de presión PI-01, corriente arriba del medidor de flujo y otro, PI-02, corriente abajo. En la interconexión con el oleoducto de 10"Ø existente Rodador-CPGLV, también se vigilará la Presión a través de un Indicador de presión, PI-07.

Como medidas de mitigación, también contará con válvulas de seccionamiento por ambos extremos.

La Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) cuenta con el equipo y personal capacitado para reaccionar efectivamente en caso de alguna eventualidad

## **IX.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS**

### **IX.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes**

Como parte de la búsqueda y detección de peligros en la infraestructura que integran al oleoducto que hace referencia la obra "**Construcción de un Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV**", se llevó a cabo un estudio de accidentes registrados en el pasado en instalaciones similares, productos idénticos o de la misma naturaleza.

Esto implica que el Análisis de Riesgo Ambiental se fundamente en una primera instancia, sobre una metodología de tipo cualitativo, correspondiente al Análisis Histórico de Accidentes.

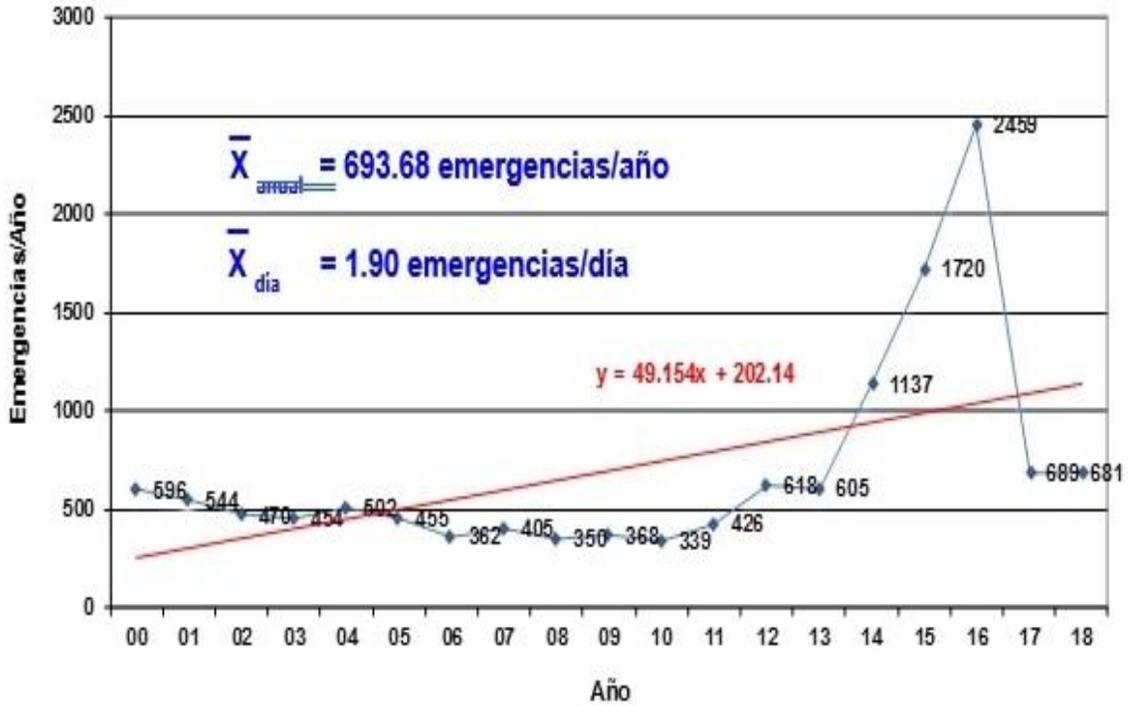
El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en una instalación; además, sirve para hacer una aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística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

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

De esa forma, a continuación, se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acaecidos en la República Mexicana, conforme los siguientes puntos:

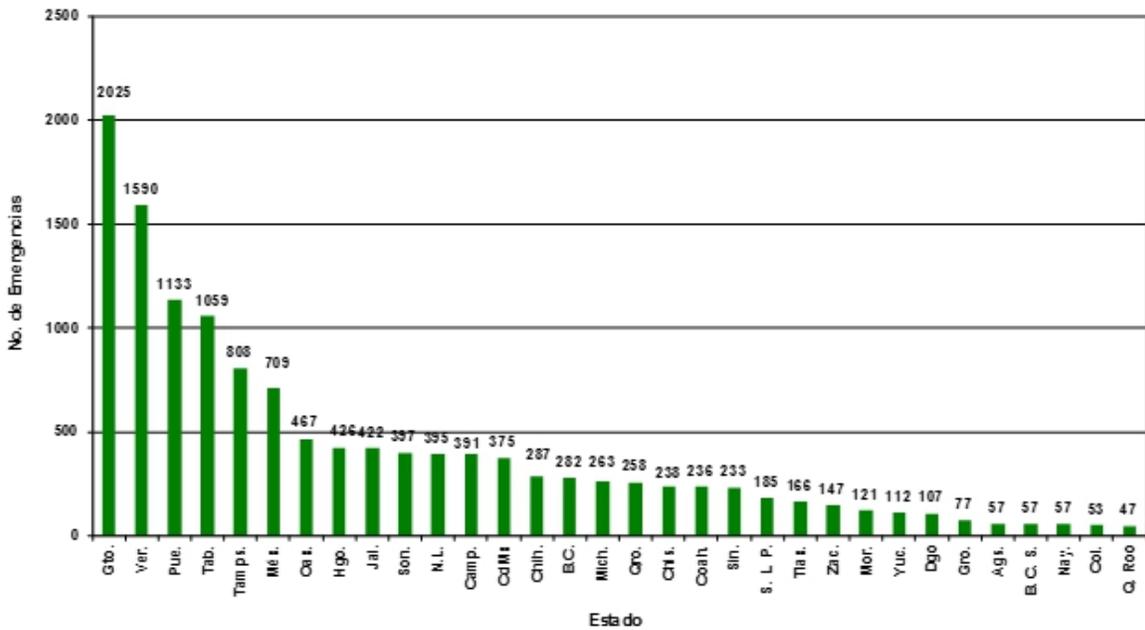
### **Estadística General de Accidentes**

Conforme a datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente ([www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)), durante el período 2000-2018, anualmente se registró en México una media de 693.68 emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas (**Gráfica X.1**); aunque estas cifras sólo incluyen aquellos eventos que son del conocimiento de la PROFEPA, por lo que debe haberse suscitado un número un poco mayor; sin embargo, es información que proporciona una idea clara sobre el comportamiento y tendencias de los mismos. El estado de Tabasco se encuentra en la posición cuatro (**Gráfica IX.2**) con respecto a incidencia de emergencias ambientales, esto debido a que en la entidad existen numerosas instalaciones de PEMEX e industrias relacionadas con la rama petroquímica.



Fuente: <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

**Gráfica IX.1.** Promedio de Emergencias ambientales por años reportados a la PROFEPA en el periodo 2000-2018.

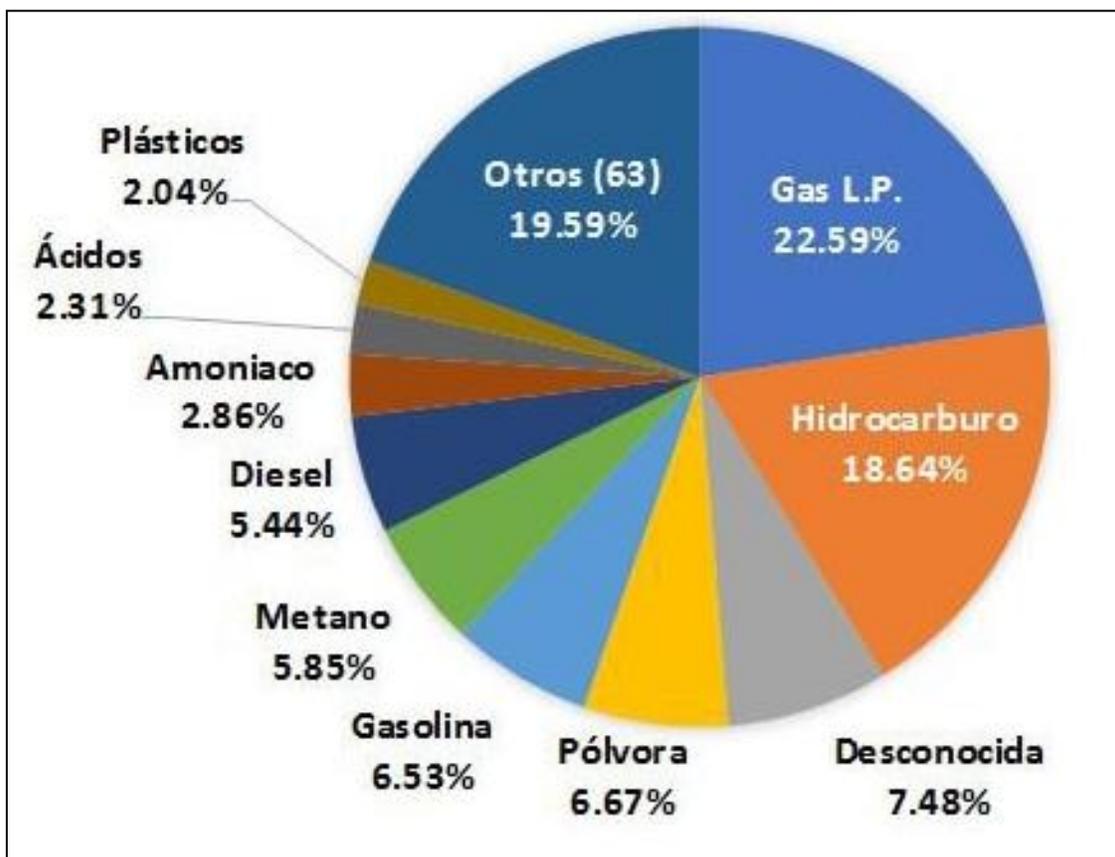


Fuente: <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

**Gráfica IX.2.** Distribución estatal de las emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA en el periodo 2000-2018.

De los accidentes reportados en el 2018, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales fueron el gas L.P y los hidrocarburos (**Gráfica IX.3**).

A este respecto, se aprecia que el aceite crudo (hidrocarburo), material peligroso que se transportará en el oleoducto, se encuentra incluido dentro de las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales, situada en el segundo lugar de los accidentes de los que se tuvo conocimiento y que fueron analizados por la PROFEPA. Esta sustancia en particular se relaciona con un 18.64% de los accidentes ocurridos en la República Mexicana.



**Gráfica IX.3.** Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales (2018).

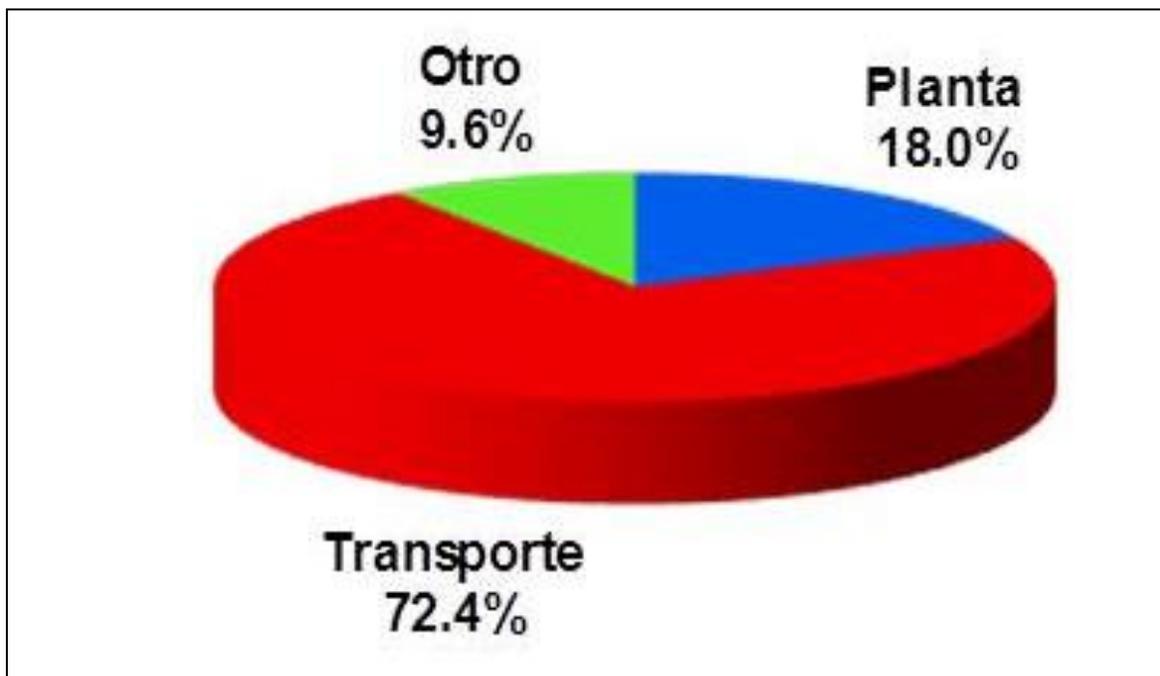
Fuente: <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

Por otra parte, la mayoría de los accidentes reportados en México están relacionados con actividades de transporte, del 2000 al 2014 con un 67.0% (**Tabla IX.16**) y en 2018 con un 72.4% (**Gráfica IX.4**).

Tabla IX.16. Origen de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas 2000-2014.

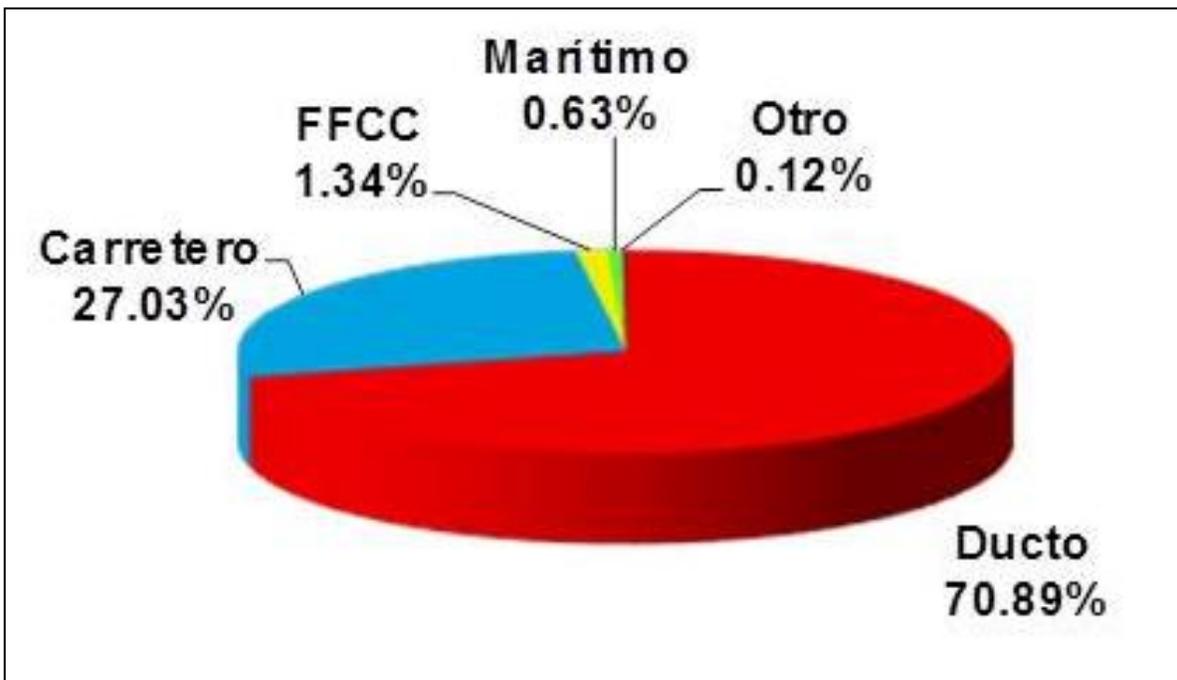
Año	Número de eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	1.87%	422	5.56%	32	0.42%
2001	544	112	1.48%	406	5.35%	26	0.34%
2002	470	112	1.48%	339	4.47%	19	0.25%
2003	454	126	1.66%	304	4.01%	24	0.32%
2004	502	200	2.64%	280	3.69%	22	0.29%
2005	455	139	1.83%	279	3.68%	37	0.49%
2006	362	98	1.29%	219	2.89%	45	0.59%
2007	405	98	1.29%	268	3.53%	39	0.51%
2008	350	83	1.09%	217	2.86%	50	0.66%
2009	368	138	1.82%	219	2.89%	11	0.14%
2010	339	84	1.11%	229	3.02%	26	0.34%
2011	426	109	1.44%	271	3.57%	46	0.61%
2012	618	127	1.67%	402	5.30%	89	1.17%
2013	606	118	1.55%	394	5.19%	94	1.24%
2014	1095	155	2.04%	837	11.03%	103	1.36%
<b>TOTAL</b>	<b>7590</b>	<b>1841</b>	<b>24.26%</b>	<b>5086</b>	<b>67.01%</b>	<b>663</b>	<b>8.74%</b>

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (COATEA)/PROFEPA  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea\\_00\\_14\\_pag\\_internet\\_09042015.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea_00_14_pag_internet_09042015.pdf)  
<https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>



Gráfica IX.4. Origen de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas (2018).  
<https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

Con relación a la clase de transporte origen de emergencias ambientales asociada con sustancias químicas, se tiene un amplio predominio de accidentes relacionados con el transporte por medio de ductos (del 2000-2014 de 57.0% y en el 2018 de 70.89%, **Grafica IX.5**), aunque se debe señalar que no necesariamente se deban a falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos de allanamientos para el robo de combustibles o dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.



<https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

**Gráfica IX.5.** Clase de transporte origen de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas (2018).

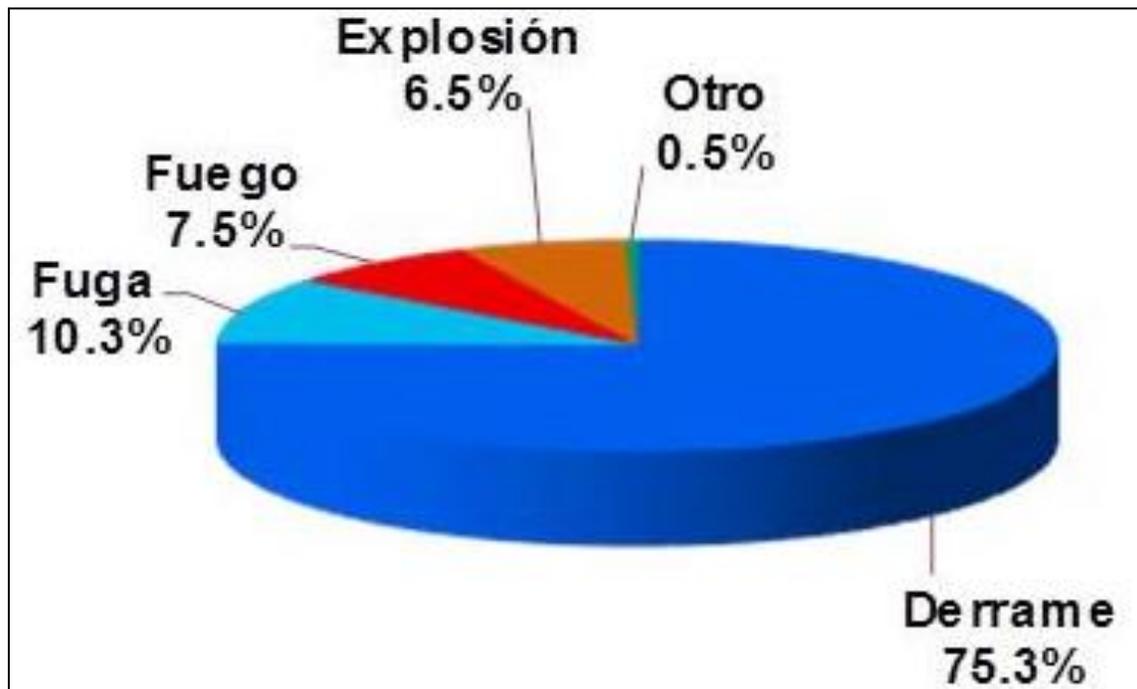
Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México, tiene referencia al tipo de emergencia. En este sentido, para las emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas el tipo más recurrente es el derrame (74.55% de 2000-2014 y 75.3% en 2018), conforme se muestra en la **Tabla IX.17** y **Gráfica IX.6**.

De acuerdo a lo anterior, se observa que existe una clara relación entre el tipo de transporte de sustancias peligrosas donde mayoritariamente se presentan los accidentes (ductos) y el tipo de emergencias que se han generado de forma predominante en el país, representadas por las fugas y derrames con un equivalente del 86.1% del total registrado entre 2000-2014 y de 85.6% en el 2018.

Tabla IX.17. Tipo de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas 2000-2014.

Año	Número de eventos	Ubicación									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.72%	483	81.04%	26	4.36%	35	5.87%	6	1.01%
2001	544	50	91.9%	455	83.64%	14	2.57%	21	3.86%	4	0.74%
2002	470	22	4.68%	403	85.74%	15	3.19%	27	5.74%	3	0.64%
2003	454	22	4.85%	385	84.80%	18	3.96%	21	4.63%	8	1.76%
2004	502	29	5.78%	445	88.65%	10	1.99%	18	3.59%	0	0.00%
2005	455	51	11.21%	338	74.29%	28	6.15%	38	8.35%	0	0.00%
2006	362	51	14.09%	251	69.34%	31	8.56%	29	8.01%	0	0.00%
2007	405	54	13.33%	292	72.10%	25	6.17%	34	8.40%	0	0.00%
2008	350	54	15.43%	249	71.14%	16	4.57%	30	8.57%	1	0.29%
2009	368	67	18.21%	245	66.58%	22	5.98%	34	9.24%	0	0.00%
2010	339	44	12.98%	228	67.26%	33	9.73%	34	10.03%	0	0.00%
2011	426	65	15.26%	273	64.08%	50	11.74%	36	8.45%	2	0.47%
2012	618	87	14.08%	408	66.02%	66	10.68%	51	8.25%	6	0.97%
2013	606	102	16.83%	384	63.37%	70	11.55%	44	7.26%	6	0.99%
2014	1095	139	12.69%	819	74.79%	51	4.66%	83	7.58%	3	0.27%
<b>TOTAL</b>	<b>7590</b>	<b>883</b>	<b>11.63%</b>	<b>5658</b>	<b>74.55%</b>	<b>475</b>	<b>6.26%</b>	<b>535</b>	<b>7.05%</b>	<b>39</b>	<b>0.51%</b>

Fuente: Centro de Orientación para la Atención de Emergencias (COATEA)/PROFEPA  
[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea\\_00\\_14\\_pag\\_internet\\_09042015.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea_00_14_pag_internet_09042015.pdf)



Gráfica IX.6. Tipo de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas (2018).

<https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/emergencias-quimicas-en-mexico?idiom=es>

### Estadística de accidentes en ductos de PEMEX

Como parte del análisis, se considera una recopilación histórica de eventos en la instalación en estudio o en instalaciones de procesos similares que nos conduzca de una mejor manera a definir los tipos de incidentes y accidentes que se pueden presentar en este tipo de infraestructura.

Como parte de la búsqueda y detección de peligros en las instalaciones que integran al oleoducto, se llevó a cabo una revisión de accidentes registrados en el pasado en plantas similares, productos idénticos o de la misma naturaleza.

En la **Tabla IX.18** se muestra la estadística de incidentes reportados en el Campo Cinco Presidentes, en instalaciones similares a las que se analizan en el presente estudio, los cuáles se describen a detalle en la **Tabla IX.19**:

**Tabla IX.18.** Estadística de incidentes ocurridos en oleoductos del campo Cinco Presidentes.

Año	Número de eventos	Causa del incidente	Medidas correctivas y de control
2015	1	Acto vandálico, corte con segueta	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras flotantes y cordones oleofílicos.
2016	2	Acto vandálico, corte con segueta	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras flotantes y cordones oleofílicos.
2017	8	Acto vandálico, corte con segueta	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras flotantes y cordones oleofílicos.
2018	3	Acto vandálico,	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional
2019	2	Acto vandálico, corte con segueta	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional
2020	2	Acto vandálico, corte con segueta	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional

Fuente: PEMEX; Exploración y Producción.

**Tabla IX.19.** Listado de eventos reportados en instalaciones del campo Cinco Presidentes.

AÑO	MUNICIPIO/ ESTADO	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
2015	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 "y 12 "Ø de la Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km. 3+170	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2016	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 "Ø y 12 "Ø de la Batería Cinco Presidentes 2 - La Venta 80, km. 3+120	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2016	Cárdenas, Tabasco	Ex Oleoducto de 10" Ø Batería Cinco Presidentes No 1 y 2. (aproximadamente en la localización del pozo 12 de Cinco Presidentes)	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12"Ø, km. 5+180	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 10" ø fuera de operación, Batería CP2 - margen izquierda del Rio Chicozapote	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. Oleoducto telescopiado de 8"-10"-12"Ø, km 3+120 (ducto de 8" Ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12"Ø, km 3+120 metros (ducto de 8" ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12"Ø, km 3+120 metros (ducto de 8" ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	DDV Oleoducto telescopiado de 8", 10 "y 12"Ø, Batería Cinco	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de

AÑO	MUNICIPIO/ ESTADO	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
		Presidentes 2 -CPGLV, km. 2+100, 4+100				barreras marinas, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 "y 12 "Ø, Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km. 2+200	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras marinas, limpieza del sitio
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 "y 12 "Ø, Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km. 2+150	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras marinas, limpieza del sitio
2018	Cárdenas, Tabasco	Trampa de envío de Oleoducto de 10" Ø Batería 5p 2-CPGLV	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2018	Cárdenas, Tabasco	Old Bat 5 p 2-TDR LV 80 10" Ø x10.433 km	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2018	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 8" Ø fuera de operación perteneciente a Cinco Presidentes hacia la trampa LV 80 ubicada a 50 m aproximadamente de la entrada a la pera del pozo CP 950.	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2019	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto 8"Ø Bat 5 Pres 5-Bat 5 Pres 2 (entre el pozo 5 Pres 30 y 5 Pres 157)	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2019	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto Telescopiado Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km 0+800 y 0+820	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio
2020	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 10"Ø Cinco Presidentes a CPGLV.	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio

AÑO	MUNICIPIO/ ESTADO	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
2020	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 8-10" Ø Batería de separación Cinco Presidentes 2 Km 6+100	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio

Fuente: PEMEX; Exploración y Producción.

Adicionalmente, y con la finalidad de completar el registro histórico se investigó en fuentes no oficiales como periódicos o medios electrónicos (**Tabla IX.20**).

**Tabla IX.20.** Relación histórica de accidentes en ductos en operación del Activo de Producción Cinco Presidentes.

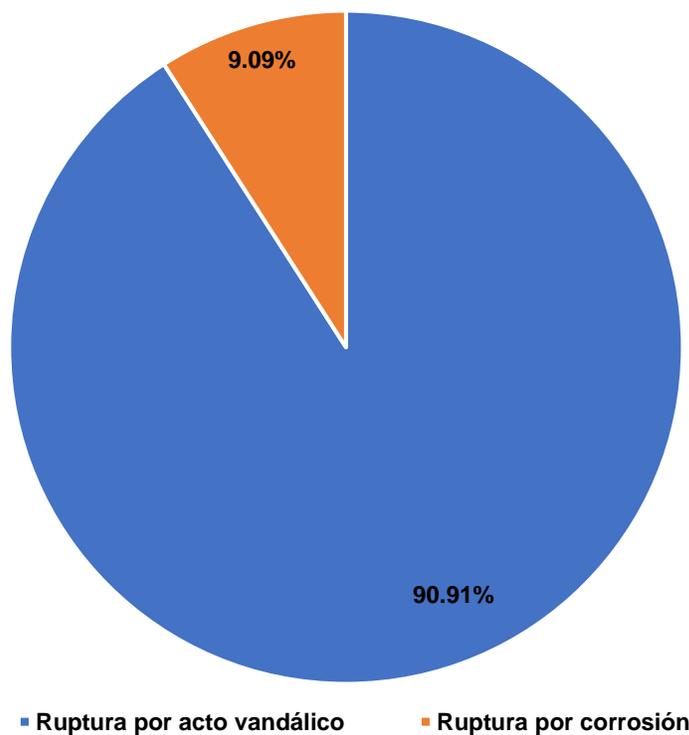
No.	Fecha	Tipo de evento	Causa	Fuente	Reseña
1	27 de marzo de 2015	Fuga en ducto	Ruptura por corrosión	tabascohoy.com	Un derrame de crudo registrado en un ducto de 8 pulgadas de diámetro, que corre del campo Sánchez Magallanes al Complejo Procesador de Gas La Venta (CPGLV) en el dren lacustre que cruza la carretera a Villa Benito Juárez, afectó parcelas de por lo menos tres ejidos. Algunos de los ejidatarios consideraron que la afectación podría ser mayor, debido a que se desconoce la hora y el día en que el viejo ducto se rompió, al afirmar que desde el miércoles observaron que “el hidrocarburo salía a borbotones”, junto a los ejidos Cuauhtémoc, Morelos y Libertad. El equipo de saneamiento batalla para que el hidrocarburo derramado no se extienda a través del río. El derrame de crudo ocurrió en el dren lacustre que pasa bajo el puente a villa Benito Juárez. Recolectan: A través de pipas, personal de Petróleos Mexicanos recuperó parte del crudo derramado procedente de un corredor de líneas.
2	27 de octubre de 2015	Fuga en ducto	Ruptura de ducto por acto vandálico	NOTIMEX	PEMEX reportó que fue controlado un derrame de hidrocarburo provocado por un acto vandálico en un tramo del oleoducto que va de la Batería de Separación Cinco Presidentes número 2 al Complejo Procesador de Gas La Venta, en Huimanguillo. En un comunicado, apuntó que el derrame ocurrió a la altura del ejido Aquiles Serdán de ese municipio tabasqueño colindante con Veracruz como resultado de un corte con segueta. Para controlar el derrame se suspendió de manera momentánea la línea y se instaló una grapa metálica en el ducto vandalizado, para

No.	Fecha	Tipo de evento	Causa	Fuente	Reseña
					después colocar barreras marinas y cordones oleofílicos debido a que el sitio donde ocurrió el incidente es un terreno pantanoso, detalló. La recuperación del producto se realiza con una unidad de presión y vacío y la limpieza mediante el chapeo del área impactada, agregó. Anticipó que el área jurídica de PEMEX interpondrá la denuncia respectiva ante el Ministerio Público Federal para efectuar las averiguaciones correspondientes y deslindar responsabilidades.
3	13 de noviembre de 2015	Fuga en ducto	Ruptura por corrosión	elheroico.com	Una nueva fuga de hidrocarburo se registró en un viejo ducto de ocho pulgadas junto a la carretera La Venta-Villa Benito Juárez, donde al expandirse afectó más de 10 hectáreas de pastizales en la ranchería Blasillo, segunda sección, y Miguel Hidalgo, informaron parceleros. Los primeros afectados en sus pastizales, Luis Rodríguez Montiel y Eric Vicente Córdova Sánchez, señalaron que el derrame fue descubierto el miércoles por la noche, a unos 7 kilómetros de esta villa, y que a través de una alcantarilla el contaminante cruzó por debajo de la carretera. PEMEX informó que para controlar la fuga se suspendió el bombeo de la batería San Ramón y del Campo Sánchez Magallanes, y se colocó una grapa metálica en el ducto.
4	12 de abril de 2016	Fuga en ducto	Ruptura de ducto por acto vandálico	sdpnoticias.com	Fue controlado un derrame de aceite en el pozo Blasillo 61, provocado por un acto vandálico a la altura del Ejido La Ceiba, en Huimanguillo, informó Petróleos Mexicanos (PEMEX). De acuerdo con la empresa petrolera, el ilícito consistió en el robo de válvulas de seccionamiento y la posterior apertura intencional del pozo afectando un terreno bajo inundable. Ante ello, técnicos especializados del sector Ductos suspendieron temporalmente la operación del pozo y repusieron las piezas faltantes para posteriormente iniciar las labores de limpieza del sitio afectado. El área Jurídica de PEMEX tomó conocimiento de los hechos para presentar la denuncia respectiva ante el Ministerio Público Federal, efectuar las averiguaciones correspondientes y deslindar responsabilidades.

A partir del análisis de accidentes generados en ductos en operación del Activo de Producción Cinco Presidentes, se tiene que la principal causa es la ruptura de ducto por actos vandálicos con un 70% (Tabla IX.21; Gráfica IX.7).

**Tabla IX.21.** Causas principales de accidentes en ductos en operación del Activo de Producción Cinco Presidentes.

Causa	Cantidad	Porcentaje (%)
Ruptura de ducto por acto vandálico	20	90.91
Ruptura por corrosión	2	9.09



**Gráfica IX.7.** Distribución gráfica de causas de accidentes en ductos en operación del Activo de Producción Cinco Presidentes

### IX.6.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Se integró el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo (GMAER), con la finalidad de contar con el personal técnico, operativo y administrativo con funciones de opiniones decisivas durante todo el proceso de desarrollo del Análisis de Riesgo Ambiental, así como en la aplicación de metodologías de identificación de riesgos y que den veracidad a los resultados esperados.

La formalidad del mismo se documenta a través de una Acta constitutiva, en la cual se enlistan a cada uno de los integrantes. En el **Capítulo XIII numeral XIII.2.3** se puede consultar el Acta Constitutiva del GMAER conformado.

Del GMAER se contempla al personal participante en las sesiones de la (s) metodología (s) aplicables en la identificación de peligros, como es el caso de la Metodología **Hazard & Operability Study (HAZOP)** y como complemento la metodología **¿Qué Pasa Sí? (What If?)** con la finalidad de cubrir mayores desviaciones dentro del ciclo de vida del oleoducto.

Como parte del procedimiento de la metodología, para las sesiones HAZOP se requiere de un grupo de especialistas, con las siguientes funciones y responsabilidades:

• **Líder del estudio:**

- Preparación del estudio y su desarrollo.
- Selección y disposición de información importante en la planeación y durante las sesiones de trabajo.
- Proponer palabras guía y desviaciones operativas (palabra guía + variable).
- Dirigir las sesiones.

• **Secretario:**

- Llevar registro del análisis durante las sesiones de trabajo.
- Documentar los resultados.

• **Especialistas:**

- Describir unidades de estudios considerando condiciones de operación y diseño.
- Describir cómo puede ocurrir una desviación definida y el comportamiento del sistema ante su presencia.
- Descripción de las posibles consecuencias de una desviación, el nivel de peligrosidad y medidas preventivas y mitigadoras existentes.
- Proponer recomendaciones de medidas preventivas y mitigadoras, que se considere faltante e importante para el proceso o que complemente a lo existente.
- Participar activamente con opiniones de interés y fundadas desde sus áreas de especialidad.

## SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA.

Un criterio muy importante en la aplicación de metodologías de identificación de peligros para el Análisis de Riesgo Ambiental, es considerar principalmente la etapa del ciclo de vida de la instalación en estudio. Debiéndose principalmente a que permite tener una visión específica, completa y generalizada de la instalación, así como resultados con mayor certeza y objetividad en la etapa aplicada.

La metodología Hazard & Operability Studies (HAZOP) aplicada para el Análisis de Riesgo Ambiental del oleoducto, fue seleccionada a partir de la consulta de referencias técnicas de índole normativa importante, como es el caso de: Tabla 9. Metodologías de análisis y Evaluación de Riesgos de la Guía para elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, emitida por la ASEA, Tabla 8-1 (Típico de las metodologías de acuerdo a la etapa de vida del proceso) y Tabla 1 (Metodologías para desarrollar los estudios de ARP de acuerdo a la etapa en la que se encuentra el proyecto de inversión o el Proceso/Instalación de exploración, explotación y/o comercialización de hidrocarburos), de las guías de Petróleos Mexicanos (PEMEX) 800-16400-DCO-GT-75 y GO-SS-TC-0002-2015, respectivamente. Véanse guías de referencia en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.4** De manera específica, las **Tablas IX.22 a IX.24**, enuncian lo señalado en las referencias anteriormente mencionadas.

**Tabla IX.22.** Metodologías de análisis y Evaluación de Riesgos.

TIPO		NOMBRE
Metodología de Análisis de Riesgo cualitativo		¿Qué pasa sí?
		Lista de verificación / ¿Qué pasa sí?
		<b>Análisis de Peligros y Operatividad (HAZOP)</b>
		Método Muhlbauer
		Análisis de Modos de falla y efecto (FMEA)
		Análisis de Modos de falla y efecto y Criticidad (FECA)
		Análisis de Confiabilidad Humana (ACH)
Metodología de Análisis de Riesgo semicuantitativas y cuantitativas	Análisis de frecuencias	Análisis de Capas de Protección (LOPA)
		Análisis Bow – Tie
		Análisis de Árbol de fallas
		Análisis de Árbol de eventos
	Análisis de consecuencias	Simulación de consecuencias con software especializado (Radiación Térmica, Dispersión tóxica, Sobrepresión y derrame en superficies)
		Simulación de consecuencias con software especializado (Derrame sobre superficies marinas)
		Estudio para ubicación segura de Instalaciones (Facility Siting Analysis)

Fuente: Tabla 9 de la “Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos” de la ASEA.

**Tabla IX.23.** Metodología de identificación de peligros según etapa de ciclo de vida de instalación.

Metodología Etapa	Lista de Verificación	¿Qué pasa sí?	¿Qué pasa sí?/ Lista de Verificación	FMEA	HAZOP	AAE - ETA	AAF - FTA	AC
Investigación y desarrollo		✓	✓					
Diseño conceptual	✓	✓	✓					
Operación de planta piloto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingeniería de detalle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción y arranque	✓	✓	✓					
Operación rutinaria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Expansión o modificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desmantelamiento	✓	✓	✓					

Fuente: Guía 800-16400-DCO-GT-75 de Petróleos Mexicanos, Pág. 17 de 169.

La metodología HAZOP, debido a la interacción directa con los involucrados en la operación de instalaciones similares, la hace una metodología muy adecuada para aquellas que ya cuentan con su ingeniería de detalle, debido a que se puede analizar y evaluar los posibles peligros en su operación con actividades rutinarias y no rutinarias en su proceso, razón por la que se consideró como parte del Análisis de Riesgo Ambiental del oleoducto de 10" Ø x 1+128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a la Interconexión con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV".

Los criterios considerados para definir la metodología HAZOP como la indicada en este Análisis de Riesgo Ambiental y en esta etapa de la obra, son:

- Etapa del ciclo de vida en la que se encuentra la obra en estudio. Las instalaciones se encuentran en etapa de construcción, Ingeniería de detalle ya establecida, lo que permite tener claro uno de los criterios técnicos importantes para realizar la selección de la metodología a aplicar en el análisis y evaluación de peligros y riesgos. El definir la etapa del ciclo de vida en la que se encuentran el oleoducto, permite dar el enfoque correcto al análisis.
- Magnitud del Sistema. El análisis se enfocará en un oleoducto de 10" Ø con una longitud de 1+128268 km en etapa de construcción, cuyo proceso se basa en el transporte de aceite crudo bajo ciertos requerimientos y especificaciones, por lo que es de importancia realizar el proceso de transporte a través del oleoducto y poderlo hacer llegar hasta el punto donde se necesita.

**Tabla IX.24.** Metodología de identificación de peligros según etapa de ciclo de vida de instalación.

Metodologías	Para la elaboración del Análisis Preliminar de Riesgos			Para la elaboración de un ARP Cualitativo				Para la elaboración de un ARP Cuantitativo						Análisis Costo Beneficio	
	Identificación de Peligros (Hazard)	Lista de Verificación	Revisión de Seguridad	¿Qué Pasa Sí?	Lista de Verificación/ ¿Qué Pasa Sí?	Análisis de peligros y Operación (HAZOP)	Análisis Boe-Tie	Análisis de Frecuencias				Análisis de Consecuencias			
								Árbol de Fallas (FTA)	Árbol de eventos (ETA)	Modos Fallas y Efectos (FMEA)	Seguridad Funcional y/o LOPA	Fuego, Explosión y Derrame en Superficies	Derrame sobre agua (Mar)		Ubicación segura de instalaciones
Visualización	Sí	Sí	Sí	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Conceptualización (Ingeniería Conceptual)				Sí	Sí										
Definición (Ingeniería Básica)		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí			Sí	Sí	Sí	Sí
Seguimiento (Ingeniería de Detalle)					Sí		Sí	Sí	Sí		Sí				
Ejecución (Procura, Construcción, Pruebas y Arranque)		Sí		Sí	Sí		Sí								Sí
Operación Rutinaria	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Cambio de Tec. Permanentes y/o Temporales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Cambios Menores o Personal		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí								
Pruebas Tecnológicas		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí					Sí			
Investigación y Análisis de Incidentes	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Paro de Instalaciones		Sí	Sí	Sí	Sí										
Desmantelamiento de Instalaciones		Sí	Sí	Sí	Sí										

Fuente: Guía GO-SS-TC-0002-2015 de Petróleos Mexicanos, Pág. 137 de 1949

- Características del proceso: El oleoducto permitirá llevar a cabo el transporte de aceite crudo.
- Nivel y calidad de la información de las instalaciones a evaluar, la información disponible y proporcionada corresponde a la ingeniería de detalle del oleoducto. La información con la que se cuenta en esta etapa del proyecto, es principalmente el plano de trazo y perfil, el diagrama de tubería e instrumentación, entre otras que implican los procedimientos de seguridad y operativos durante la construcción, operación y mantenimiento.

## PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA METODOLOGÍA HAZOP.

La sistemática para realizar la metodología HAZOP, en términos generales se puede establecer en etapas cuyos alcances se resumen en el siguiente diagrama.



**Diagrama IX.1.** Procedimiento para realizar la metodología HazOp.  
Fuente: Guía 800-16400-DCO-GT-75 de Petróleos Mexicanos, Pág. 78 de 169.

Para todo lo anterior, es relevante tener claro desde un principio del planteamiento de la metodología los siguientes factores para establecer el enfoque correcto del análisis y obtener los mejores resultados:

- El propósito para el cual se utilizarán los resultados del estudio.
- La etapa del ciclo de vida en la cual se realiza el estudio (diseño, construcción, operación, desmantelamiento). Principalmente para contar con la información adecuada y correspondiente a la etapa en análisis.
- Personas o propiedad que podrían estar en riesgo (por ejemplo, el personal operativo, la población, el medio ambiente y el propio sistema).
- Problemas operativos, de seguridad y ambientales que se quieran analizar.
- Los estándares requeridos del sistema, tanto en términos de seguridad como de desempeño operativo.

Parte importante es también definir si se ocuparán formatos establecidos y acordados o algún software en específico que ayude a que la conducción de las sesiones HAZOP sea práctica y sencilla.

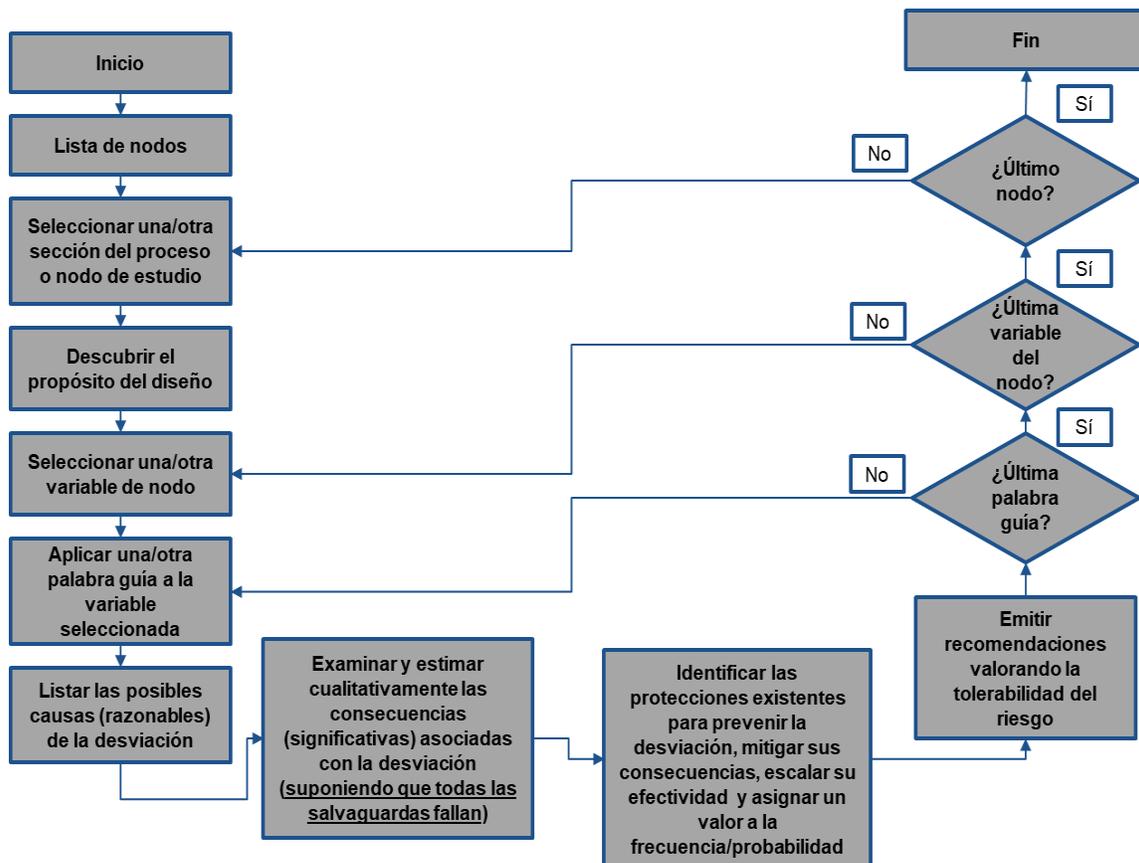
Como parte del proceso de Análisis de Riesgo Ambiental se incluye la generación de presentaciones para la homologación de criterios, así como una presentación breve y concisa de la metodología y del esquema de trabajo durante las sesiones HAZOP, para facilitar y agilizar el desarrollo de las reuniones de trabajo. Las presentaciones en mención se pueden consultar en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.3.**

## **PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA HAZOP.**

El HAZOP, es una técnica sistemática que por su propia naturaleza abarca el proceso en general y puede crear, desde el punto de vista de seguridad, hábitos metodológicos útiles (procedimientos operativos más confiables y seguros). Al tratarse de un método sistemático, se asegura cubrir todas las áreas del proceso de la instalación en estudio.

A diferencia de otras técnicas, el HAZOP nos ayuda a llevar una secuencia en la identificación de riesgos, abarcando todas las posibles desviaciones que se presentan sin perder la objetividad.

A continuación, se muestra el diagrama de bloques que describe la secuencia de actividades utilizada para el desarrollo del Análisis HAZOP:



**Diagrama IX.2.** Protocolo de análisis de un HAZOP.

El primer paso es la selección de los elementos críticos que deben estudiarse (Ductos, Trampas, Interconexiones, etc.). A continuación, sobre cada nodo de estudio, que corresponde a cada línea de fluido de cada elemento seleccionado, y de forma secuencial y repetitiva, se aplican las palabras guía (no, más, menos, otro, parte de, etc.) a cada una de las condiciones de operación del proceso, las sustancias y las variables que intervienen (flujo, presión, temperatura, nivel, tiempos, etc.). Operando de esta manera se generan las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación y se realiza un repaso exhaustivo de los posibles funcionamientos anómalos.

Las principales palabras guía propuestas originalmente por Imperial Chemical Industries (ICI) y los parámetros de proceso a los que se aplican se muestran en la **Tabla IX.25**. Un caso particular es el estudio de procesos discontinuos y manuales operativos, donde se toman las operaciones propiamente (carga, descarga, etc.) como parámetro sobre las cuales aplicar las palabras guía.

**Tabla IX.25.** Ejemplos de Palabras guías y variables de proceso utilizadas en el HAZOP.

Palabras guías	Significado	Parámetros de procesos	Ejemplos de desviaciones
No	Negación de la intención del diseño	Temperatura Presión Nivel	“No” + “Caudal” = Falta de caudal
Menos	Disminución cuantitativa	Reacción Composición Caudal	“Menos” + “ Nivel” = Bajo nivel
Más	Aumento cuantitativo	Velocidad Tiempo	“Más” + “ Presión” = Presión excesiva
Otro	Sustitución parcial o total	Viscosidad Mezcla Voltaje	“Otra” + “Composición” = Presencia de impurezas
Inversa	Función opuesta a la intención de diseño	Adición Separación pH	“Inverso” + “Caudal” = Flujo inverso

El estudio de las desviaciones conduce a la identificación de sus posibles causas y consecuencias y, por lo tanto, del riesgo potencial y de los problemas derivados de un funcionamiento incorrecto; paralelamente se buscan los medios protectores del sistema.

Toda la información del análisis es documentada ordenadamente en forma de tabla como se aprecia en la **Figura IX.26.**, hecho que permite la evaluación cualitativa de las medidas de control y seguridad o hasta semicuantitativa si se complementa con columnas que permitan ingresar calificaciones de los niveles de frecuencias y consecuencias previamente establecidos, acorde a la instalación y estatus económico de los interesados, así como una matriz que permita definir la magnitud del riesgo de las desviaciones o causas analizadas, en función de la frecuencia y consecuencia calificada (que se describirá de manera detallada en apartados siguientes).

Nombre del Estudio:						Rev.	0	Hoja ___ de ___										
Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:																		
Sistema/Subsistema/Nodo:						Equipo Multidisciplinario:		Fecha:										
Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):						Referencia Documental:												
No	Variable	Palabra Guía	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR
								Pe	Ma	Ac	Rep			Pe	Ma	Ac	Rep	

**Figura IX.26.** Ejemplo de hoja de trabajo utilizado durante sesiones HAZOP.

A partir de esta información es relativamente sencillo implementar nuevas medidas para la mejora de la seguridad y fiabilidad del sistema.

Los análisis HAZOP son, en general, estudios multidisciplinarios. La ejecución del estudio HAZOP requiere un conocimiento detallado del sistema que se quiere auditar y del protocolo de análisis. Esta característica condiciona que el trabajo se realice en equipo, donde debe haber representantes de las distintas áreas de conocimiento implicadas en el proceso. Los miembros de los equipos de trabajo son de dos tipos: los técnicos y los analistas de riesgo.

El grupo multidisciplinario se compone de especialistas en las áreas de conocimiento implicadas en el estudio; es aconsejable que sean verdaderos expertos. Las áreas de conocimiento requeridas en cada estudio pueden variar substancialmente en función del objeto del mismo (refinerías, plantas químicas, centrales eléctricas, centrales nucleares, parques de almacenamiento de combustible, etc.) y del objetivo del estudio que se quiere desarrollar: diseño de nuevas instalaciones, revisión de instalaciones en funcionamiento, modificaciones, etc. Es recomendable que el número de especialistas que elaboran el estudio sea entre tres y seis; grupos menores pueden presentar una falta de conocimiento en determinados campos y grupos mayores suelen tener problemas organizativos.

Los analistas de riesgo deben dar soporte logístico al estudio, es decir, dirigir, moderar y documentar el análisis. Los analistas deben ser especialistas en aplicar la metodología HAZOP. Como tareas previas al desarrollo del HAZOP, tienen que definir el objetivo y el alcance del estudio, seleccionar el equipo técnico y formarlo en el método de análisis. Además, los analistas deben tener la formación necesaria para entender y controlar la discusión de forma satisfactoria.

El estudio se realiza en diversas sesiones de trabajo, de una duración no superior a dos o tres horas, donde la carga de trabajo tiene que ser racional para motivar y estimular la creatividad y la imaginación (brainstorming) del equipo de estudio y garantizar así la utilidad de los resultados obtenidos.

El resultado principal de los análisis HAZOP es la obtención de un conjunto de situaciones peligrosas y problemas operativos y una serie de medidas orientadas a la reducción del riesgo existente o a la mitigación de las consecuencias de los problemas operativos. Estas medidas se dan en forma de cambios físicos en las instalaciones, modificaciones de protocolos de operación o recomendaciones de estudios posteriores para evaluar con más detalle los problemas identificados o la conveniencia de las modificaciones propuestas.

El análisis HAZOP es un instrumento de estudio muy indicado para procesos en fase de diseño y construcción, donde la documentación está totalmente actualizada y las recomendaciones del análisis no suponen modificaciones costosas ni paros en la planta.

## VALORACIÓN DE FRECUENCIAS, CONSECUENCIAS Y FACTOR DE RIESGO.

La metodología HAZOP en el presente estudio, incluirá una evaluación de Frecuencia por Consecuencias y Factor de Riesgo, basada en las matrices de riesgo de 6 x 6 (seis categorías de frecuencia y seis de consecuencias) sugeridas por la Dirección corporativa de planeación de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Los niveles de tolerabilidad de las frecuencias y las consecuencias para la evaluación de cada una de las desviaciones identificadas se presentan en la **Tabla IX.26** y **Tabla IX.27**.

**Tabla IX.26.** Niveles de frecuencia.

CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA	FRECUENCIA/AÑO
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en el año.	$\geq 1.0$ ( $\geq 1 \times 10^0$ )
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	$\geq 0.2$ a $< 1.0$ ( $\geq 2 \times 10^{-1}$ a $< 1 \times 10^0$ )
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$\geq 0.1$ a $< 0.2$ ( $\geq 1 \times 10^{-1}$ a $< 2 \times 10^{-1}$ )
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	$\geq 0.01$ a $< 0.1$ ( $\geq 1 \times 10^{-2}$ a $< 1 \times 10^{-1}$ )
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la Vida Útil de la instalación	$\geq 0.001$ a $< 0.01$ ( $\geq 1 \times 10^{-3}$ a $< 1 \times 10^{-2}$ )
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	$\geq 0.0001$ a $< 0.001$ ( $\geq 1 \times 10^{-4}$ a $< 1 \times 10^{-3}$ )

Fuente: Guía GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.9.1

**Tabla IX.27.** Niveles de consecuencias.

CATEGORÍA DE CONSECUENCIA (IMPACTO)	DAÑOS AL PERSONAL	EFFECTOS 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 de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000

CATEGORÍA DE CONSECUENCIA (IMPACTO)	DAÑOS AL PERSONAL	EFFECTOS EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN (USD)	DAÑOS A LA INSTALACIÓN (USD)
<b>5 (Mayor)</b>	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
<b>4 (Grave)</b>	Lesiones o daños físicos con atención médica que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos que puedan 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 24 horas.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
<b>3 (Moderado)</b>	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derechos de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daño físico.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones que lleguen hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000
<b>2 (Menor)</b>	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derechos de vía con posibilidades de evacuación.	Se presentan fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
<b>1 (Despreciable)</b>	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

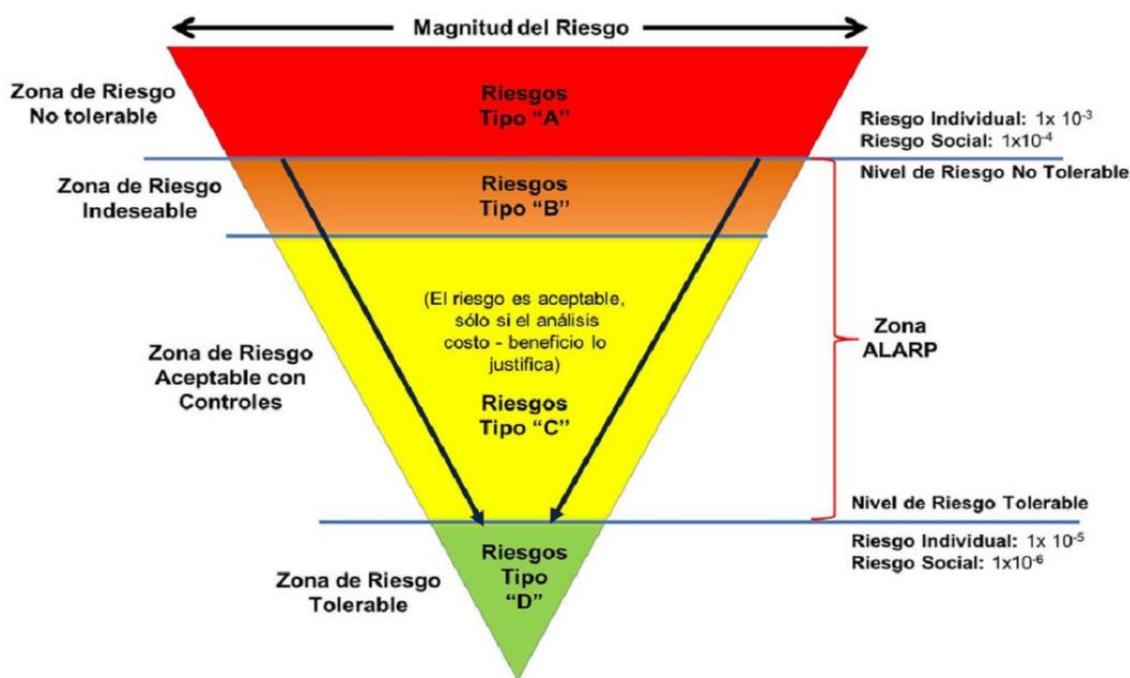
Fuente: Guía GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.8.1.

Para desarrollar y clasificar la magnitud del peligro, se acordó aplicar la Matriz de Riesgos, establecida en el Anexo F, Matriz de riesgo, de la Guía 800-16400-DCO-GT-75-2015 (Guía técnica para realizar Análisis de Riesgo de Proceso de PEMEX).

La aplicación de la metodología HAZOP, así como otras metodologías de tendencia cualitativa para la identificación de riesgos, requiere de la combinación de estas con una matriz que permita valorar de manera preliminar los niveles de riesgo importantes, principalmente cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y

los recursos para su administración son limitados. Esto permite asignar prioridades a la atención de las recomendaciones que prevengan o mitiguen estos riesgos, así como una administración adecuada de los recursos.

El uso de matrices para lograr este objetivo está ampliamente difundido a nivel mundial. En la aplicación de una matriz para la evaluación de riesgos se sigue el principio ALARP (Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico, del Inglés As Low As Reasonably Practicable), que guía las acciones derivadas de la ejecución del estudio de riesgos a llevar los niveles de estos a los valores más bajos razonablemente alcanzables (Ver **Figura IX.27**).



**Figura IX.27.** Principio ALARP.

Para establecer una categoría de Frecuencia y de Consecuencia para cada una de las desviaciones operativas analizadas durante las sesiones de trabajo del oleoducto en el Activo de Producción Cinco Presidentes, se emplean las **Tablas IX.26.** y **IX.27.**, tomando en cuenta la experiencia operativa de los especialistas, así como el conocimiento de incidentes y accidentes en instalaciones similares a las evaluadas. El marco de los receptores impactados es cinco, sin embargo, durante las sesiones se evaluará el impacto en el orden de criticidad, que implica seleccionar el receptor más crítico de interés y se filtra en el siguiente orden: Personal, Instalación, Producción, Población y Ambiente.

Para la asignación del Factor de riesgo o Magnitud de riesgo, se emplea una matriz de ponderación en el orden de 6 x 6 (seis categorías de frecuencia y seis de consecuencias), como se muestra en la **Figura IX.28.**, la ubicación de la categoría de F (frecuencia) y C (consecuencia) de cada desviación dentro de esta matriz determina el Tipo de aceptabilidad del Riesgo de la desviación operativa en función de su Magnitud o Factor de riesgo (MR o FR).

Tal y como se describe, es la forma para lograr evaluar preliminarmente qué desviación es más crítica que otra, y así concentrar los recursos y los esfuerzos para implementar las medidas para evitar o minimizar su ocurrencia.

Después de un mayor análisis técnico, este valor de criticidad en términos de magnitud o factor, será la pauta para establecer los escenarios de riesgos que se pueden presentar, y permitirá indicar los puntos más vulnerables y de mayor enfoque e interés para el Análisis de Riesgo Ambiental del **oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV.**

En la **Figura IX.28.**, se muestra la configuración de las zonas de la Matriz de Riesgos que se emplea para el presente análisis, y en la **Figura IX.29.** y **Figura IX.30.**, la matriz de riesgos para cada receptor que se evalúa.

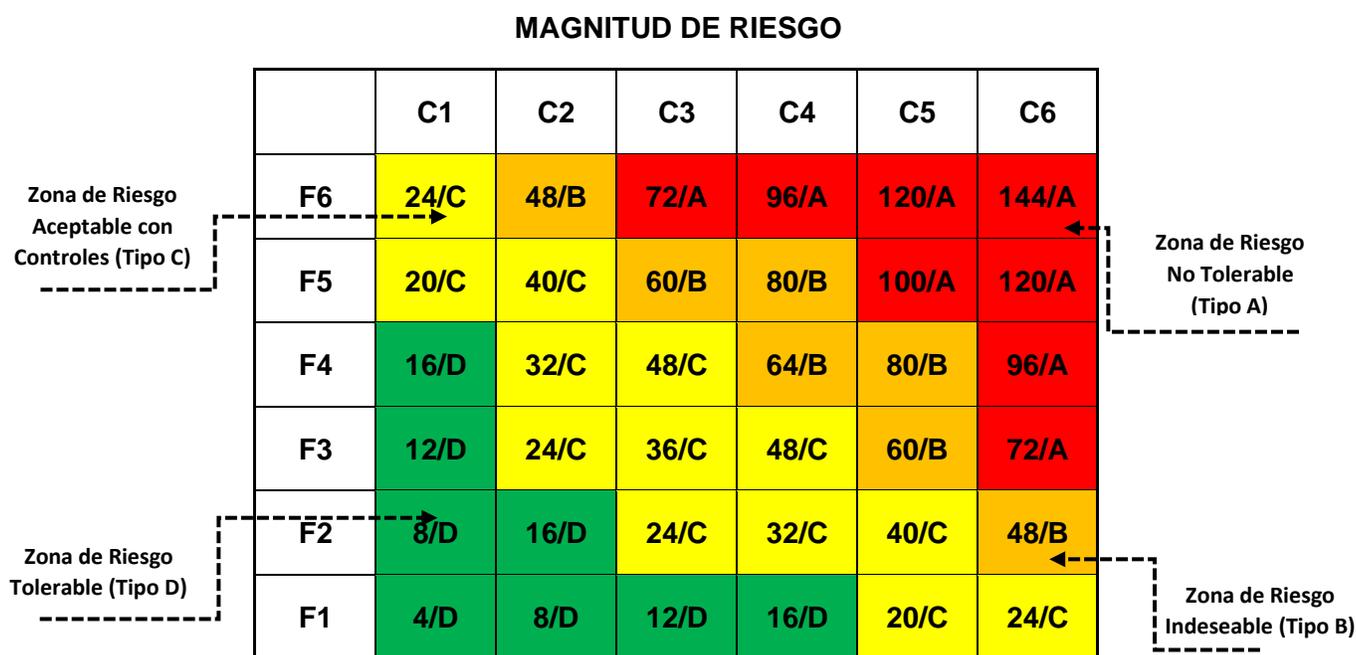


Figura IX.28. Matriz de evaluación de riesgos.

**RIESGO PARA EL PERSONAL**

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	24/C	48/B	72/A	96/A	120/A	144/A
	5	20/C	40/C	60/B	80/B	100/A	120/A
	4	16/D	32/C	48/C	64/B	80/B	96/A
	3	12/D	24/C	36/C	48/C	60/B	72/A
	2	8/D	16/D	24/C	32/C	40/C	48/B
	1	4/D	8/D	12/D	16/D	20/C	24/C

**RIESGO PARA LA POBLACIÓN**

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	24/C	48/B	72/A	96/A	120/A	144/A
	5	20/C	40/C	60/B	80/B	100/A	120/A
	4	16/D	32/C	48/C	64/B	80/B	96/A
	3	12/D	24/C	36/C	48/C	60/B	72/A
	2	8/D	16/D	24/C	32/C	40/C	48/B
	1	4/D	8/D	12/D	16/D	20/C	24/C

Figura IX.29. Matriz de evaluación de riesgos. Personal y Población.

**RIESGO PARA EL MEDIO AMBIENTE**

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	24/C	48/B	72/A	96/A	120/A	144/A
	5	20/C	40/C	60/B	80/B	100/A	120/A
	4	16/D	32/C	48/C	64/B	80/B	96/A
	3	12/D	24/C	36/C	48/C	60/B	72/A
	2	8/D	16/D	24/C	32/C	40/C	48/B
	1	4/D	8/D	12/D	16/D	20/C	24/C

**RIESGO PARA LA PRODUCCIÓN/INSTALACIÓN**

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	24/C	48/B	72/A	96/A	120/A	144/A
	5	20/C	40/C	60/B	80/B	100/A	120/A
	4	16/D	32/C	48/C	64/B	80/B	96/A
	3	12/D	24/C	36/C	48/C	60/B	72/A
	2	8/D	16/D	24/C	32/C	40/C	48/B
	1	4/D	8/D	12/D	16/D	20/C	24/C

Figura IX.30. Matriz de evaluación de riesgos. Medio Ambiente y Producción/Instalación.

Para completar las Matrices de Riesgos para los cinco (5) receptores de riesgos, solo es necesario proyectar la frecuencia y la consecuencia de cada receptor por cada escenario y ubicarlo en la Matriz.

Para ubicar de manera espacial el Factor de Riesgo o Magnitud de Riesgo (FR o MR) de cada desviación en esta matriz, se proyecta la categoría de frecuencia y consecuencia asignada a la desviación y el área de riesgo donde se ubique el punto de intersección entre ellos, es la MR que le corresponde. De acuerdo al área dentro de la matriz, la guía GO-SS-TC-0002-2015, Sección 9.10.1 (Documento integrado en **Capítulo XIII, numeral XIII.2.4**) clasifica el tipo de riesgo de cada desviación de la siguiente manera:

1. Los escenarios con Magnitud de Riesgo dentro del espacio de color verde son definidos de **Tipo D** y se consideran como Escenarios de **Riesgos Tolerables** (El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto).
2. Los escenarios con Magnitud de Riesgo dentro del espacio de color amarillo son definidos de **Tipo C** y se consideran como Escenarios de **Riesgos Aceptables con Controles** (El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos).
3. Los escenarios con Magnitud de Riesgo dentro del espacio de color naranja son definidos de **Tipo B** y se consideran como Escenarios de **Riesgos Indeseables** (El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes).
4. Los escenarios con Magnitud de Riesgo dentro del espacio de color rojo son definidos de **Tipo A** y se consideran como Escenarios de **Riesgos No Tolerables** (El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes).

En función de todos los criterios antes señalados, se desarrollará la metodología HAZOP en la búsqueda de identificar y evaluar los peligros, así como, la búsqueda de problemas potenciales de operación en el oleoducto, siendo de prioridad para este caso de análisis, puntualizar los aspectos normativos de diseño, construcción, seguridad y ambientales considerados para su operación eficiente y segura para el medio o entorno donde se encontrará instalado.

## OTRAS PREMISAS DE APLICACIÓN.

Se puntualizan las siguientes premisas para fortalecer los resultados y cumplir estrictamente con el procedimiento de la aplicación de metodología HAZOP:

- Identificación de peligros en actividades rutinarias (operación) y no rutinarias (paros de emergencias, mantenimiento, entre otras.).

- Establecer y definir adecuadamente la intensión con el que fue diseñado el o los nodos estructurados.
- No olvidar proponer causas y consecuencias sin tomar en cuenta las salvaguardas existentes, y poder ampliar el espectro de escenarios críticos posibles en el proceso analizado.
- Dentro de la lluvia de ideas se aceptan todas las opiniones y propuestas de CAUSAS y CONSECUENCIAS, se analizan y se acuerdan anotar aquellas CAUSAS creíbles y posibles (razonables), así como las CONSECUENCIAS significativas para la operación.
- Aquellas desviaciones cuyas Consecuencias no sean Significativas o cuyas Causas no sean probables, se dejarán manifestado en la hoja de trabajo, como evidencia de su análisis.
- Para las desviaciones que no tengan una causa de origen, se señalará con la frase: NO HAY CAUSA PROBABLE dentro de las hojas de trabajo HazOp.
- Para las desviaciones que no impacten de manera significativas, se señalaran con la frase: NO TIENE CONSECUENCIAS SIGNIFICATIVAS, dentro de las hojas de trabajo HazOp.
- Se evaluarán las categorías de FRECUENCIA y CONSECUENCIA y en cada desviación, considerando 4 receptores: Daño al personal (Pe), Efecto a la población (Po), Impacto ambiental (Am), Pérdida o diferimiento de producción (Pro) / Daños a la instalación (Ins).
- El criterio para asignar o evaluar la variable FRECUENCIA será considerando el siguiente orden: Incidentes ocurridos en la instalación, eventos en instalaciones similares y capas de protección existentes.
- La relación de las salvaguardas existentes se realizará en orden de: Preventivas, Mitigadoras y de Escalamiento (administrativas que ayudan a fortalecer las anteriores: como guías operativas, procedimientos, programas, y otras).
- Para las desviaciones que tengan como resultados una Magnitud de riesgo Tipo C, Tipo B y principalmente de Tipo A, es importante señalar una recomendación Cuando se presente la necesidad de proponer una o las recomendaciones necesarias para prevenir y/o mitigar la desviación.
- Las recomendaciones propuestas, deberán ser descritas cumpliendo con las respuestas a las siguientes preguntas: ¿QUÉ SE RECOMIENDA?, ¿DÓNDE SE RECOMIENDA?, ¿PARA QUÉ SE RECOMIENDO?, ¿QUE ÁREA ES EL RESPONSABLE DE LA GESTIÓN Y APLICACIÓN DE LA RECOMENDACIÓN? Y ¿EN QUE MOMENTO O CUÁNDO SE APLICARÁ LA RECOMENDACIÓN?

El cumplimiento de tales premisas, generará una mayor practicidad al desarrollo de la metodología y veracidad a los resultados, así como, mayor certidumbre y valor para la dependencia reguladora.

### Desarrollo, aplicación y resultados de la Metodología HAZOP en el proyecto

La metodología HAZOP, seleccionada de acuerdo con todos los criterios y fundamentos mencionados en los apartados anteriores, fue aplicada en conjunto con el GMAER. Ver listado de participantes o Acta constitutiva del equipo multidisciplinario en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.3.**

De manera preliminar a las sesiones de trabajo, se realizó una revisión técnica de manera detallada del diagrama de tubería e instrumentación (DTI) existentes del oleoducto, aunado al Plano de Trazo y Perfil, así como la descripción del proyecto, esto con la finalidad de analizar, delimitar y trazar de manera funcional los nodos de estudio que se analizarían durante las reuniones de sesiones HAZOP.

Esta fase del estudio dio como resultado la identificación de un (1) nodo de estudio, el cual se trazó y representó debidamente sobre el DTI correspondiente, el cual se puede consultar en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.5** de este reporte (diagramas nodalizado). Cabe recordar que el DTI con este señalamiento, no fue sometido a modificación, actualización o cambio alguno, sólo fue utilizado para identificar de manera esquemática el nodo y poder analizar de manera definida el alcance del análisis.

El nodo resultante se describe de la siguiente manera:

**Tabla IX.28.** Nodo de estudio.

NODO	DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN
1	Oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km	DTI-803-ING-043-A-400, rev. 0

Para poder identificar las desviaciones o condiciones críticas en el oleoducto, es importante partir de la intención de diseño con la que se está considerando su operación. En la **Tabla IX.29**, se describe la intención de diseño para el nodo estructurado.

**Tabla IX.29.** Intensión de diseño del nodo de estudio en el oleoducto.

No. DE NODO	SISTEMA/SUBSISTEMA/ NODO	INTENCIÓN DE DISEÑO
1	Ductos/Oleoductos/ Oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km.	Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a la Interconexión con el Oleoducto de 10"Ø Rodador–CPGLV por medio del oleoducto de 10"Ø x 1+128.268 km

**Nota:** El color asignado al nodo en la tabla, es el color con el que fue identificado en el DTI Ver Capítulo XIII, numeral XIII.2.5)

El seguimiento del análisis con esta metodología coadyuva a centrar la atención en tres aspectos primordiales de la obra: condiciones del proceso, integridad de las instalaciones, medidas preventivas de seguridad e influencia de agentes externos. Aspectos considerados principalmente por el tipo de proceso, la ubicación de las instalaciones y los cuidados físicos que se requieren para su operatividad y condición segura.

Para lograrlo, en el desarrollo de la metodología se tocarán aspectos tales como:

**Condiciones del proceso (variables aplicables):**

- Presión
- Flujo
- Flujo inverso
- Temperatura

**Integridad de la instalación:**

- Pérdida de contención (Fuga o derrame),
- Corrosión
- Fallas en soldaduras.
- Suministro inadecuado de materiales especificados en la ingeniería.
- Falla de hermeticidad en válvulas, bridas, conexiones e instrumentos
- Actividades de mantenimiento

**Agentes externos:**

- Error humano
- Golpes externos (maquinaria pesada)
- Cruce
- Ubicación con otros ductos.

En el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.6** se integran las hojas de trabajo resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP, en las cuales se encuentra plasmado lo anterior mencionado y la información específica y detallada del nodo.

Con esta información, al llevar a cabo el análisis para cada uno de los nodos, se fueron definiendo todas las desviaciones posibles y congruentes con el tipo de instalación. Y tal como indica el procedimiento de aplicación de la metodología, lo subsecuente fue definir, sus causas, consecuencias, salvaguardas, determinación cualitativa de frecuencias y consecuencias, y finalmente proponer recomendaciones, en caso de haberlas.

### **Jerarquización de Escenarios de Riesgos.**

Posterior a haber definido las causas, consecuencias y salvaguardas, el GMAER integra una etapa semi-cuantitativa a la metodología, que conlleva asignar un nivel de frecuencia y de consecuencias para cada una de las desviaciones identificadas. Este proceso nos permite valorizar las consecuencias determinadas, al igual que la posibilidad de presentarse. Para calcular la magnitud del riesgo de las desviaciones, se considera importante determinar los impactos de las consecuencias a los receptores que el interesado considere y la frecuencia en la que se puede presentar las causas o la desviación en análisis. En función de lo anterior, la magnitud del riesgo de la desviación será definida. Como la magnitud del riesgo está determinada por un nivel de Frecuencia y de Consecuencia, estos se proyectarán sobre la Matriz de evaluación de riesgos para establecer si la magnitud es de Tipo A, B, C o D, como resultado de su ubicación espacial dentro de la misma matriz, como resultado de la intersección de ambas variables.

En la **Tabla IX.30** se presentan la Jerarquización de las desviaciones, como resultado del análisis realizado durante las sesiones de trabajo HAZOP. En esta se ordenan las desviaciones cuya Magnitud o Factor de riesgo se encuentren dentro de los Riesgos **ACEPTABLES CON CONTROLES** (área de color amarillo en la matriz), **INDESEABLES** (área de color naranja) y **NO ACEPTABLES** (área de color rojo en la matriz), debido a que por su criticidad desde la perspectiva de **FRECUENCIAS** o **CONSECUENCIAS**, son las que requieren un análisis más detallado para evaluar el impacto que pueden o podrían ocasionar a los receptores de interés, caso **DAÑOS AL AMBIENTE**.

Tabla IX.30. Jerarquización de escenarios analizados por la metodología HAZOP.

No	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/Barreras	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
1.1	Alta Presión	<p>Bloqueo de válvulas corriente abajo, en válvulas de seccionamiento por error humano o factores externos (vandalismo o sabotaje).</p> <p>Aumento de la producción enviada (alto flujo).</p> <p>Deficiencia en la aplicación de los procedimientos operativos, mantenimiento y seguridad.</p>	<p>Daños a válvulas, bridas y/o instrumentos por sobrepresión.</p> <p>Fatiga en el ducto.</p> <p>Ruptura del ducto.</p> <p>Derrame de hidrocarburo.</p> <p>Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco.</p>	<p>Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión.</p> <p>PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores.</p> <p>Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.</p> <p>Disciplina operativa. Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas.</p>	3	1	1	3	2	3/D	3/D	9/C	6/C	21/C
1.8	Pérdida de contención /Fuga	<p>Apertura de válvulas de bloqueo:</p> <p>a) omisión de cierre después de un mantenimiento/libranza</p> <p>b) Falta de sello o apriete en uniones bridadas.</p> <p>Corrosión activa en ducto.</p> <p>a) Fracturas o fisuras en la línea por envejecimiento del metal.</p> <p>b) Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas.</p>	<p>Derrame de mezcla (charco de líquido).</p> <p>Posible incendio de líquido en charco (pool fire).</p> <p>Posible presencia de nube de vapor inflamable por evaporación de charco. Posible flamazo (Flash fire).</p> <p>Posible incendio de la nube de gas chorro de fuego (jet fire).</p>	<p>Diseño adecuado de acuerdo a la normatividad aplicable</p> <p>Control y aseguramiento de calidad durante la construcción</p> <p>Procedimientos operativos para aislamiento.</p> <p>Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.</p> <p>Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía</p>	2	4	1	2	3	8/C	2/D	4/D	6/C	20/C

No	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/Barreras	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
		<p>Vandalismo o sabotaje</p> <p>Ruptura por impacto o golpe externo.</p> <p>Pandeo por carga en cruces de caminos por flujo vehicular.</p>	<p>Daños a personas.</p> <p>Impacto al ambiente (suelo, agua, flora, fauna, entre otros).</p> <p>Impacto económico a la producción, en función de la magnitud y tiempo de control de la fuga o derrame (impacto a las operaciones).</p> <p>Impacto económico; Daños a la instalación y/o equipos (daño a la propiedad).</p> <p>Daño a la imagen de la empresa.</p>	<p>Celajes</p> <p>Protección catódica.</p> <p>Verificación de medición de producción diaria.</p> <p>Válvulas de seccionamiento</p> <p>Competencias del operador</p> <p>Sistema de detección de gas y fuego</p> <p>Instalación de grapas-camisas pernadas</p> <p>Protocolo de Respuesta a Emergencias</p>										
1.3	Alto flujo	Aumento de la producción enviada de la Batería de Separación <i>Cinco Presidentes 1</i>	<p>Incremento de la velocidad del aceite.</p> <p>Erosión del ducto y accesorios.</p> <p>Deterioro de los accesorios.</p>	<p>Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT</p> <p>Indicador transmisor de presión.</p> <p>Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.</p> <p>Disciplina operativa.</p> <p>Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas.</p>	3	1	1	3	2	3/D	3/D	9/C	6/C	21/C

No	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/Barreras	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
1.2	Baja Presión	Cierre de válvula de seccionamiento aguas arriba. Fuga en válvulas y conexiones bridadas Descontrol operativo de la Batería de Separación Cinco Presidentes 1	Pérdidas económicas por pérdida de producción. Retrasos operativos.	Sistema básico de control de proceso (SBCP). PIT Indicador transmisor de presión. PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores. Supervisión operativa desde el cuarto de control principal. Disciplina operativa. Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas.	3	1	1	1	3	3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
1.4	Bajo flujo	Cierre de válvula de seccionamiento aguas arriba. Fuga en válvulas y conexiones bridadas. Descontrol operativo de la Batería de Separación	Pérdidas económicas por pérdida de producción. Retrasos operativos.	Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión. Supervisión operativa desde el cuarto de control principal. Disciplina operativa. Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas.	3	1	1	1	3	3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
1.5	Flujo Inverso	No hay causa probable			1	1	1	1	1	1/D	1/D	1/D	1/D	4/D
1.6	Alta temperatura	No hay causa probable			1	1	1	1	1	1/D	1/D	1/D	1/D	4/D
1.7	Baja temperatura	No hay causa probable			1	1	1	1	1	1/D	1/D	1/D	1/D	4/D

La jerarquización es la herramienta importante que nos permite dar continuidad a la identificación de los escenarios que implican mayores riesgos de acuerdo a los criterios de tolerabilidad establecidos por PEMEX y consensado con el GMAER conformado en el con los especialistas del Activo Cinco Presidentes. Tales resultados nos hacen ver de manera más específica y rápida las desviaciones críticas y con los cuales se pueden definir los escenarios más críticos o más probables a evaluar en la siguiente etapa del análisis.

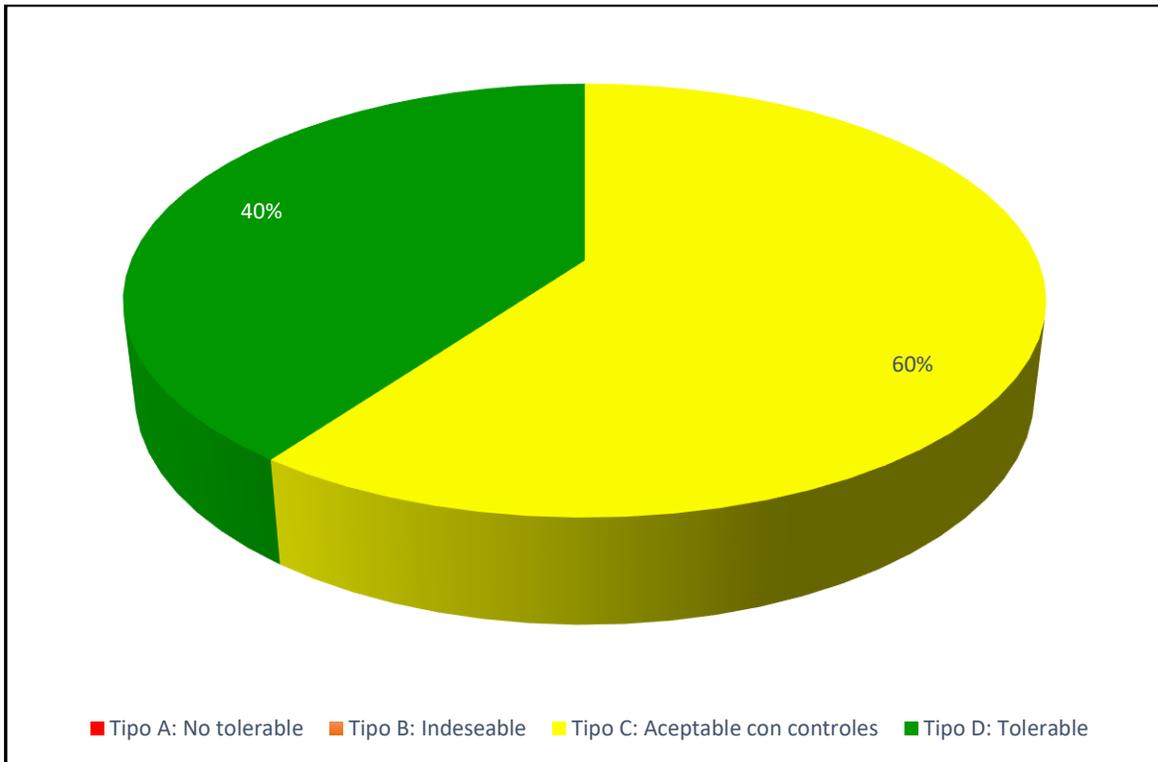
Para las sesiones HAZOP, se definió un Nodo, el cual consideraba al Oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km. Cabe recordar que tanto la infraestructura y actividades complementarias a éste, se analiza más adelante con la metodología ¿Qué pasa sí? (What If?).

Durante las sesiones se analizaron ocho (8) desviaciones, de las cuales se evaluaron cinco (5 **Tabla IX.3; Figura IX.31**).

**Tabla IX.31.** Total de desviaciones analizadas en Oleoducto 10" Ø x 1.128268 km.

Tipo Magnitud de riesgo	D	C	B	A
Desviaciones Evaluadas	2	3	0	0
% Desviaciones Evaluadas	50	40	0	0
Desviaciones Analizadas	8	Desviaciones Evaluadas		5

Cuando se menciona el término de DESVIACIONES ANALIZADAS, se está haciendo mención a todas las desviaciones que se propusieron durante las sesiones. Sin embargo, no todas fueron calificadas con una categoría de frecuencia y consecuencias, ya sea por NO HABER UNA CAUSA PROBABLE o por NO TENER CONSECUENCIAS SIGNIFICATIVAS para el proceso. A las que se le determinó una magnitud de riesgo por su frecuencia y consecuencia, son aquellas a las que se les denomina DESVIACIONES EVALUADAS. Para la representación gráfica sólo se consideraron las desviaciones evaluadas (5). El comportamiento de estos según su magnitud de riesgo, se distribuyen tal como se refleja en la gráfica. De las 5 desviaciones, no hay (0) del tipo A (Riesgo No Tolerable) como tampoco del Tipo B (Riesgo Indeseable), 3 de Tipo C (Riesgo Aceptable con control) equivalente al 60% y 2 de Tipo D (Riesgo Tolerable) equivalente al 40%.



**Figura IX.31.** Representación gráfica de desviaciones evaluadas en el Oleoducto de 10”Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a la Interconexión con el Oleoducto de 10”Ø Rodador–CPGLV”

En la jerarquización de los escenarios de riesgos evaluados, los tipos de niveles de riesgo identificados por la metodología HAZOP que son de mayor dominancia en el Oleoducto son los de Tipo C, Aceptable con control, los cuales tienen como causal los peligros de Alto Flujo, Alta Presión y la Pérdida de Contención (fuga). Desviaciones que por la naturaleza de la instalación es congruente como resultado.

Debido a la infraestructura y actividades que rodean a este tipo de instalación, también se recurrió a la aplicación de otra metodología Cualitativa para profundizar en la identificación de todos los peligros posibles y reducir la incertidumbre de los riesgos que la rodean, y así poder hacer una revisión minuciosa de las medidas preventivas y de mitigación consideradas en la operación del Oleoducto o en su caso considerar la propuesta de estas en caso de que se considere pertinente o no se encuentre considerada en la ingeniería de construcción existente. Esta metodología es la denominada, **What If?** que en español se traduce como **¿Qué pasa sí?** la cual se describe a continuación.

## Metodología ¿Qué pasa sí?

La metodología de análisis ¿Qué pasa sí?, derivada de la pregunta en inglés *What if?*, es una técnica cualitativa, no estructurada, de amplia aplicación que estimula el pensamiento creativo para la identificación de peligros potenciales. No requiere métodos cuantitativos especiales o de una planeación extensa. El método utiliza información específica de un proceso para generar una especie de preguntas de lista de verificación. Un equipo especial prepara las preguntas del tipo ¿Qué pasa sí? las cuales son contestadas colectivamente por el grupo de trabajo.

Tiene un ámbito de aplicación amplio, ya que depende del planteamiento de las preguntas que pueden ser relativas a cualquiera de las áreas a las que se proponga la investigación como: seguridad personal, seguridad eléctrica, protección contra incendios, etc.

Utiliza la tormenta de ideas para responder la pregunta ¿Qué pasa sí?, aplicada a desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones, mantenimiento y operación de instalaciones industriales, almacenes, etc.

Esta técnica es ampliamente utilizada también durante las etapas de diseño del proceso, así como durante el tiempo de vida de operación de una instalación, asimismo cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Este análisis de ¿Qué pasa sí? tiene como objetivo principal la identificación de aquellos peligros que generan riesgos con posibilidad de provocar situaciones no deseadas con probabilidad de daño para la vida de las personas, a la instalación, al negocio y al medio ambiente, así como, situaciones que conduzcan a la indisponibilidad de las áreas auxiliares y de apoyo.

Durante la aplicación de esta metodología, al igual que la metodología HAZOP, se lleva a cabo una evaluación de la magnitud del riesgo, para lo cual, en conjunto con el GMAER, se realiza una valoración de Frecuencias y Consecuencias, utilizando las mismas tablas y matrices empleadas en el HAZOP, y que se encuentran en este Apartado identificadas como **Tabla IX.28.** Niveles de frecuencia, **Tabla IX.29.** Niveles de consecuencias, **Figura IX.29.** Matriz de evaluación de riesgos, **Figura IX.30.** Matriz de evaluación de riesgos. Personal y Población y **Figura IX.31.** Matriz de evaluación de riesgos. Medio Ambiente y Producción/Instalación.

## **Desarrollo, aplicación y resultado de la Metodología, What if? (¿Qué pasa sí?)**

La metodología de identificación de peligros seleccionada de acuerdo con todos los criterios y fundamentos mencionados en los apartados anteriores, ¿Qué pasa sí?, fue aplicada en por los especialistas del Grupo multidisciplinario de Análisis de Estudios de Riesgo (GMAER). Ver listado de participantes o Acta constitutiva del Grupo multidisciplinario de Análisis de Estudios de Riesgo (GMAER), en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.3.**

Durante las sesiones de trabajo se analizó un (1) nodo que involucra al oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV, el cual se identificó en esta metodología como **nodo 1.**

Para que el GMAER pueda identificar las desviaciones o condiciones críticas del proceso o de la instalación, es importante partir de la intención de diseño con el que fue construido o planeado el oleoducto, el cual ya fue mencionado en la **Tabla IX.31.** Intención de diseño del nodo de estudio en el oleoducto.

La profundidad del análisis de este Nodo 1 con la metodología What If, implicó considerar siete (7) puntos importantes en el ciclo de vida y vulnerabilidad del oleoducto. Estos puntos de análisis son:

1. Diseño
2. Construcción
3. Operación
4. Mantenimiento
5. Daños por terceros
6. Peligros naturales, y
7. Corrosión/Erosión.

Con estos datos, al llevar a cabo el análisis para cada uno de los nodos, según protocolo de la metodología, se fueron definiendo todas las desviaciones posibles y congruentes con el tipo de instalación. En la **Tabla IX.32** se puede revisar cada una de las desviaciones propuestas para el desarrollo de la metodología y causas analizadas con la finalidad de determinar el nivel de riesgo que aporta cada nodo.

**Tabla IX.32.** Desviaciones y causas analizadas con ¿Qué pasa sí? del Nodo 1 (Oleoducto 10"Ø Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
<b>Diseño</b>		
1.1	Hay una selección inadecuada del material y espesor de tubería y componentes.	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.
1.2	Hay una inadecuada selección de ruta (trazo) del ducto.	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.
1.3	No se consideran los sistemas suficientes para la protección del ducto.	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.
1.4	Hay un cambio de servicio del ducto.	Tipo de producto al que fue diseñado el ducto.
<b>Construcción</b>		
2.1	Se realiza una excavación deficiente.	Deficiencia en los planos de trazo y perfil. Falta de seguimiento a la ingeniería de diseño (Planos de trazo y perfil). Falta de competencia del personal técnico y operativo. Falta de cumplimiento normativo para la construcción de excavaciones. Supervisión deficiente.
2.2	Se realiza una deficiente maniobra de izaje (tendido de la tubería, instalación de válvulas, componentes y equipos).	Falta de la grúa para el izaje de la tubería. Error humano del operador de la grúa de izaje. Falta de las eslingas, estrobos y grilletes para el izaje.
2.3	Se tiene una soldadura defectuosa.	Deficiente aplicación del procedimiento de soldadura. Soldadura fuera de especificación. Error humano del soldador.
2.4	Se realizan inspecciones y pruebas deficientes.	Deficiente aplicación de los procedimientos de inspección y pruebas. Falta de competencia del personal que realiza las inspecciones.

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
<b>Construcción</b>		
3.1	Se realizan operaciones fuera de las condiciones seguras. (apertura o cierre de válvulas, desfogue de líneas).	Aplicación incorrecta de los procedimientos. Falta de competencia del personal de operación. Errores humanos.
3.2	Falla el sistema de protección catódica.	Falta de materiales y componentes. Materiales y componentes fuera de especificación. Error humano. Vandalismo.
3.3	Falla el sistema de energía eléctrica.	Falta de materiales y componentes. Materiales y componentes fuera de especificación. Error humano. Vandalismo. Tormentas eléctricas. Corte de energía de CFE por mantenimiento,
3.4	Se instalan equipos eléctricos en áreas de proceso que no son intrínsecamente seguros.	Error humano. Falta de supervisión. Desconocimiento de los requerimientos de seguridad para la clasificación de áreas.
<b>Mantenimiento</b>		
4.1	Se presenta una falla durante la corrida de diablo.	Selección inadecuada del equipo instrumentado (diablo). Falta de mantenimiento y calibración del equipo instrumentado. Atrapamiento del equipo instrumentado por deformación de la tubería.
4.2	Se presenta una falla en la colocación o retiro del equipo instrumentado.	Error humano en la realización de los trabajos de inspección. Presionamiento del sistema.
<b>Daño por terceros</b>		
5.1	Hay golpe al ducto con maquinaria pesada a instalaciones superficiales.	Maniobras de izaje, caída de objetos, colisión de vehículos pesados al realizar trabajos de mantenimiento o reparación.
5.2	Se presentan actividades de vandalismo.	Robo de accesorios y componentes de la instalación.

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
5.3	Se presentan daños al ducto en cruce de caminos.	Tránsito vehicular (peso muerto y cargas repetitivas).
5.4	Hay golpe al ducto enterrado.	Trabajos de excavación con maquinaria pesada, construcción u otras actividades de trabajos externos.  Desarrollo de infraestructura por el Incremento de la densidad poblacional.
<b>Peligros naturales</b>		
6.1	Se presenta un sismo.	Movimiento natural del suelo con efecto de agrietamiento sobre la tierra y concreto.
6.2	Se presenta desplazamientos de tierra.	Derrumbes. Deslaves.
6.3	Hay descarga eléctrica atmosférica.	Condiciones meteorológicas adversas.
<b>Corrosión/Erosión</b>		
7.1	Se presenta corrosión Interna.	Cambio en las especificaciones del aceite (H2S, humedad, oxígeno y CO2)
7.2	Se presenta corrosión externa.	Resistividad del terreno y/o pH del suelo.  Corrosión inducida por microorganismos.  Interferencia directa por otros sistemas de protección catódica de ductos adyacentes.
7.3	Se presenta erosión.	Velocidad por alto flujo.  Partículas de sólidos en la corriente.

Es importante hacer mención que una de las reglas importantes en la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? para identificar y evaluar de manera correcta las desviaciones propuestas es que **se supondrá** que cada una de las salvaguardas, protecciones o medidas de mitigación presentes, planeadas o instaladas para evitar las desviaciones, **NO FUNCIONAN**. Esto permitirá que el GMAER en la lluvia de ideas, pueda ampliar el campo de análisis y pueda rastrear cualquier alteración, punto vulnerable o mal funcionamiento del nodo en revisión.

En el **Capítulo XIII numeral XIII.2.7**, se pueden encontrar todas las hojas de trabajo de la metodología, en las que se puede revisar a detalle todos los resultados obtenidos en cada uno de los nodos. Posterior a haber definido las causas, consecuencias y salvaguardas, existe una etapa semi-cuantitativa de la metodología que conlleva a asignar un nivel de frecuencia y de severidad a cada una de las desviaciones identificadas. Este proceso permite estimar posibles consecuencias y su posibilidad de presentarse. Para calcular la magnitud del riesgo

de las desviaciones, la **Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M)** considera importante determinar los impactos de las consecuencias a 4 receptores (**Personas, Población, Ambiente, Producción/Instalación**), poniendo mayor interés al receptor **Ambiente**, por el objetivo y alcance del presente estudio. En función de lo anterior, la magnitud del riesgo de la desviación será definida por la sumatoria de los valores otorgados a los cuatro receptores, el valor resultante será la que defina la magnitud de riesgo de acuerdo a lo establecido en la Matriz de riesgo de la **Figura IX.28**. Como la magnitud del riesgo está definida por un nivel de Frecuencia y de consecuencia, estos se ubican en la Matriz de evaluación de riesgos para establecer si la magnitud es de Tipo A, B, C o D.

Los resultados de esta parte de la metodología en el estudio, se pueden consultar en las hojas de trabajo mostradas en el **Capítulo XIII numeral XIII.2.7**.

### Jerarquización de Escenarios de Riesgos.

El presente estudio, analizará de manera profunda las desviaciones que resulten de alto riesgo, así como los que se encuentra en nivel de riesgo Medio.

La finalidad prioritaria de este estudio es detectar aquellas desviaciones que provoquen consecuencias con impactos ambientales. Considerando como criterio este punto, los escenarios que se analizarán serán aquellas desviaciones que en algún momento se puedan presentar y hallan resultado con calificación general alta en su magnitud de riesgo y, además aquellas que su magnitud general no haya resultado alta pero sí su magnitud específica en el receptor Ambiente.

La identificación de peligros con la metodología ¿Que pasa sí?, ha dado como resultado sólo posibles escenarios de riesgos con magnitudes de riesgo Tipo C y Tipo D. La jerarquización de todas las desviaciones analizadas, se resumen en las **Tabla IX.33.** y **Tabla IX.34.**, donde se enlistan los escenarios de **Tipo C (Riesgos Aceptables con Controles)** y de **Tipo D (Riesgos Tolerables)**, respectivamente.

**Tabla IX.33.**Desviaciones con magnitud de riesgo Tipo C (Riesgos Aceptables con Controles).

No	¿Qué pasa sí ?	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
			Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
7.2	Se presenta corrosión externa	3	4	1	3	4	12/C	3/D	9/C	12/C	36/C
7.1	Se presenta corrosión Interna	3	4	1	3	3	12/C	3/D	9/C	9/C	33/C
3.4	Se instalan equipos eléctricos en áreas de proceso que no son intrínsecamente seguros.	4	3	1	1	3	12/C	4/D	4/D	12/C	32/C

No	¿Qué pasa sí ?	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
			Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
4.2	Se presenta una falla en la colocación o retiro del equipo instrumentado	3	4	1	1	4	12/C	3/D	3/D	12/C	30/C
6.3	Hay descarga eléctrica atmosférica.	3	4	1	1	3	12/C	3/D	3/D	9/C	27/C
5.3	Se presentan daños al ducto en cruce de caminos	2	4	2	3	4	8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
5.4	Hay golpe al ducto enterrado	2	4	2	3	4	8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
6.1	Se presenta un sismo	2	4	2	3	4	8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
6.2	Se presenta desplazamientos de tierra.	2	4	2	3	4	8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
7.3	Se presenta erosión	2	4	2	3	4	8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
1.1	Hay una selección inadecuada del material y espesor de tubería y componentes.	2	4	2	3	3	8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
2.2	Se realiza una deficiente maniobra de izaje (tendido de la tubería, instalación de válvulas, componentes y equipos)	3	3	1	1	3	9/C	3/D	3/D	9/C	24/C
2.3	Se tiene una soldadura defectuosa	2	4	2	3	3	8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
3.2	Falla el sistema de protección catódica	4	1	1	1	3	4/D	4/D	4/D	12/C	24/C
3.3	Falla el sistema de energía eléctrica	4	1	1	1	3	4/D	4/D	4/D	12/C	24/C
5.1	Hay golpe al ducto con maquinaria pesada a instalaciones superficiales	2	4	2	3	3	8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
2.4	Se realizan inspecciones y pruebas deficientes	2	3	2	3	3	6/C	4/D	6/C	6/C	22/C

\* P= Persona, Po=Población, Am= Ambiente, Pr/Ins=Producción/Instalación.

Para estos escenarios el riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. El regulado, en este caso, Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), deberá hacer un análisis costo beneficio para la atención de las recomendaciones emitidas para administrar estos riesgos.

**Tabla IX.34.** Desviaciones con Magnitud de riesgo Tipo D (Riesgos Tolerables).

No	¿Qué pasa sí?	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
			Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
2.1	Se realiza una excavación deficiente	3	1	1	1	3	3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
3.1	Se realizan operaciones fuera de las condiciones seguras. (apertura o cierre de válvulas, desfogue de líneas)	2	3	1	2	3	6/C	2/D	4/D	6/C	18/D

No	¿Qué pasa sí?	F	Consecuencias				Aceptación del Riesgo				MR
			Pe	Po	Am	Pr/In	Pe	Po	Am	Pr/In	
4.1	Se presenta una falla durante la corrida de diablo	3	1	1	1	3	3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
5.2	Se presentan actividades de vandalismo	3	1	1	1	3	3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
1.2	Hay una inadecuada selección de ruta (trazo) del ducto	2	1	1	1	3	2/D	2/D	2/D	6/C	12/D
1.3	No se consideran los sistemas suficientes para la protección del ducto	2	1	1	1	3	2/D	2/D	2/D	6/C	12/D
1.4	Hay un cambio de servicio del ducto	1	1	1	2	3	1/D	1/D	2/D	3/D	7/D

\* P= Persona, Po=Población, Am= Ambiente, Pr/Ins=Producción/Instalación.

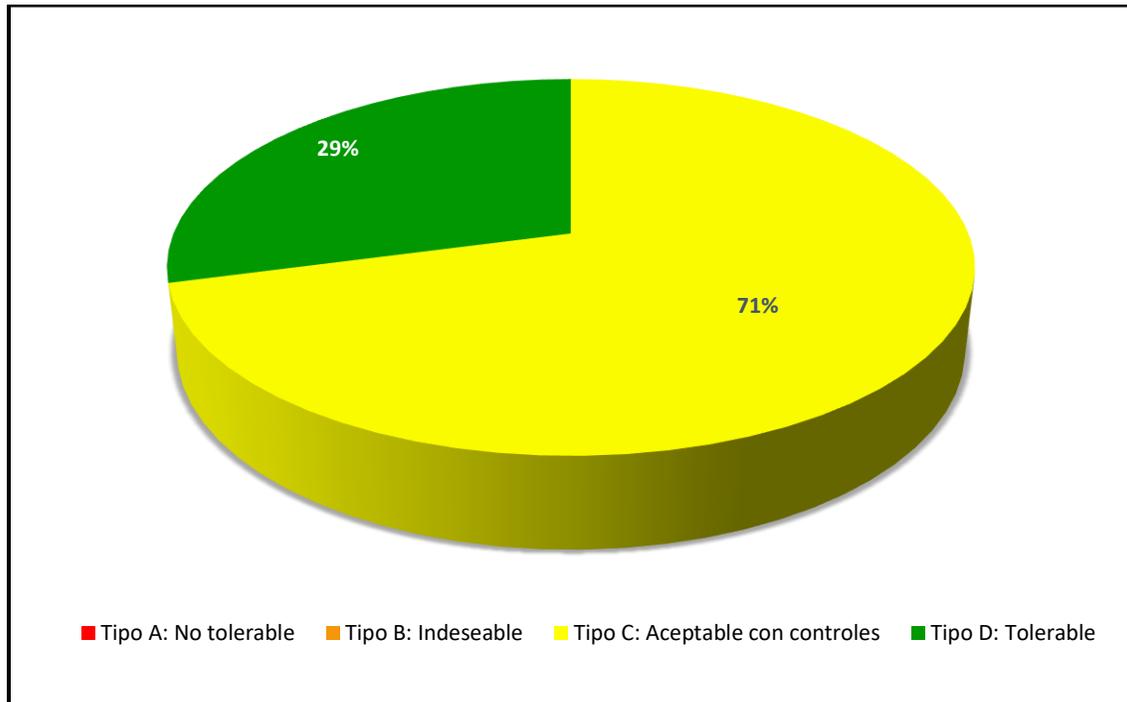
Para el caso de estos escenarios el riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto y quedará a consideración del responsable de la instalación si serán atendidas o consideradas como áreas de oportunidad las recomendaciones emitidas para administrar estos riesgos

Durante las sesiones se analizaron 24 desviaciones, de las cuales todas fueron evaluadas (Tabla IX.35).

Tabla IX.35. Total de desviaciones analizadas en Oleoducto 10" Ø x 1.128268 km.

Tipo Magnitud de riesgo	D	C	B	A
Desviaciones Evaluadas	7	17	0	0
% Desviaciones Evaluadas	29	71	0	0
Desviaciones Analizadas	24	Desviaciones Evaluadas		24

De manera gráfica las magnitudes de riesgo de las desviaciones evaluadas del oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV, quedan de la siguiente manera:



**Figura IX.32.** Representación gráfica de desviaciones evaluadas en Oleoducto 10" Ø x 1.128268 km.

Cuando se menciona el término de DESVIACIONES ANALIZADAS, se está haciendo mención a todas las desviaciones que se propusieron durante las sesiones. Sin embargo, no todas fueron calificadas con una categoría de frecuencia y consecuencias, ya sea por NO HABER UNA CAUSA PROBABLE o por NO TENER CONSECUENCIAS SIGNIFICATIVAS para el proceso. A las que se le determinó una magnitud de riesgo por su frecuencia y consecuencia, son aquellas a las que se les denomina DESVIACIONES EVALUADAS. En total se presentaron 24 desviaciones evaluadas. El comportamiento de estas según su magnitud de riesgo, se distribuyen de la siguiente manera; cero (0) del tipo A (Riesgo No Tolerable) y del Tipo B (Riesgo Indeseable), 17 de Tipo C (Riesgo Aceptable con control) equivalente al 71% y 7 de Tipo D (Riesgo Tolerable) equivalente al 29%.

Como se puede ver en la jerarquización de los escenarios de riesgos evaluados, los tipos de niveles de riesgo identificados por la metodología ¿Que pasa sí? que son de mayor dominancia en el oleoducto son los de Tipo C, Aceptable con control. Estos escenarios se presentaron principalmente desde los aspectos de Operación, Daños por terceros, peligros naturales y Corrosión/Erosión, que formaron parte de las etapas y aspectos considerados en el análisis y evaluación preliminar con esta metodología.

Las desviaciones específicas que nos permiten conocer de manera clara cuales son las que aportan mayores riesgos, lo vemos claramente en las **Tablas IX.33 y IX.34** que son las que enlistan las desviaciones con las magnitudes de riesgos más altos resultantes con las metodologías de identificación de peligros aplicados. Y con mayores detalles lo podemos consultar en las hojas de trabajo ocupados en las sesiones realizadas las cuales las encontramos en los **Capítulo XIII numeral XIII.2.7**.

A partir de estos resultados, se definirán los escenarios de riesgos que se evaluarán por sus aportaciones al nivel de riesgo del Oleoducto y la infraestructura que se requiere para su operación.

Para el caso de las desviaciones con los niveles de riesgo más altos, se realizará la revisión adecuada para evaluar sus impactos en caso de presentarse, y visualizar hasta donde alcanzaría su presencia, esto en términos de áreas de afectación. El presente estudio, es precisamente una herramienta para definir el riesgo ambiental, que significa, hacer una revisión detallada para evaluar que impactos se presentan al ambiente en esa área de afectación, cuando existe un daño a la integridad de las instalaciones (fuga o ruptura), pérdida de contención (derrame o una fuga) o presencia de puntos calientes cuando hay una pérdida de contención del material peligroso (incendio o una explosión).

En el siguiente capítulo se da seguimiento a la evaluación de las desviaciones con magnitudes de riesgo alto, al seguir los pasos necesarios para su evaluación en términos de áreas de consecuencias y frecuencias.

<b>X. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.....</b>	<b>1</b>
<b>X.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>X.2 INTERACCIONES DE RIESGO .....</b>	<b>10</b>
<b>X.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL .....</b>	<b>24</b>

## X. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

Con las desviaciones identificadas con magnitudes de riesgo alto, en este caso, principalmente de Tipo C, como se aprecia en los resultados de la aplicación de las metodologías HAZOP y ¿Qué pasa sí?, se analizan, definen y se configuran los escenarios que representan al Peor Caso (PC), al Caso Más Probable (CMP) o al Caso Alternativo (CA) en caso de existir la posibilidad de otros escenarios con similares impactos hacia los receptores con el cual interactúa la instalación: **Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV.**

Los escenarios definidos se someterán a una evaluación con la finalidad de estimar los radios de afectación de los escenarios con respecto a los eventos posibles, como derrame/fuga, incendio de charco o hasta la presencia de una explosión si las condiciones en general los permiten. Para esta determinación es necesario el uso de una herramienta con el alcance suficiente para realizar este tipo de medición.

Bajo este contexto, la determinación de los radios potenciales de afectación en el presente estudio, se llevaron a cabo con la ayuda del simulador PHAST Versión 7.11 de Det Norske Veritas (DNV-GL). Esta herramienta es una de las más reconocidas y recomendadas para este tipo de evaluaciones, debido a la capacidad de simular con materiales conformados por dos o más componentes (mezclas) lo cual lo hace más preciso en sus resultados, también cuenta con modelos de dispersión, de fuego y de explosión, que son de gran ayuda para definir áreas impactadas por un evento de tal índole.

Los escenarios planteados tienen cabida en función de las actividades que se llevarán a cabo en la infraestructura que conforman al nuevo oleoducto.

El presentarse actividades altamente riesgosas por el material manejado en la instalación, hace susceptible al medio que interactúa con el oleoducto, debido a que puede ser impactado por el material cuando se presente un modo de falla como la pérdida de su contención. El modelo de descarga del software denominado PHAST versión 7.11, predice la tasa de flujo (flujo másico) y el estado físico del material al ser liberado a la atmósfera. Los modelos de dispersión de esta misma herramienta predicen: formación de aerosoles, condensación y formación de charcos, nubes densas y nubes gaussianas. Los modelos de inflamabilidad predicen niveles de radiación, zonas de deflagración y niveles de sobrepresión.

Estos tipos de modelaciones pueden ser medidos en magnitud a partir de los siguientes eventos<sup>1</sup>:

**Pool Fire (Charco de fuego).** Cuando un líquido inflamable o combustible se fuga o derrama, se puede formar un charco. Al estar formándose este charco, parte del líquido en la superficie alcanza su punto de inflamación y comienza a evaporarse. Si la nube que se forma con estos vapores alcanza un punto de ignición, ocurre una explosión, provoca el incendio del charco y en ocasiones un chorro de fuego en el punto de escape.

**Flash Fire (Flamazo).** Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de escape.

**Jet Fire (Chorro de fuego).** Si un gas inflamable licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o de una tubería, el material descargado a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.

**Fireball (Bola de fuego).** Este evento resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE por sus siglas en inglés).

**Explosión.** Es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía. Existen explosiones físicas, que son aquellas que se originan de un fenómeno estrictamente físico como una ruptura de un tanque presurizado o un BLEVE. El otro tipo de explosiones se denominan confinadas, las cuales tienen su origen en reacciones químicas que ocurren en el interior de recipientes y edificios.

---

<sup>1</sup> Análisis de riesgo en instalaciones industriales, Joaquim Casal-Helena Montiel-Eulália Planas-Juan A. Vílchez, Edicions UPN/ DCO-GDOSSPA-CT-001 Rev 1, Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas en instalaciones de Petróleos Mexicanos, Pemex Dirección Corporativa de Operaciones.

**BLEVE (Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).**

Ocurre cuando en forma repentina se pierde el confinamiento de un recipiente que contiene un líquido combustible sobrecalentado. La causa inicial de un BLEVE es usualmente un fuego externo impactando sobre las paredes del recipiente sobre el nivel del líquido, esto hace fallar el material y permite la ruptura repentina de las paredes del tanque. Un BLEVE puede ocurrir como resultado de cualquier mecanismo que ocasione la falla repentina de un recipiente y permita que el líquido sobrecalentado se vaporice. Si el material líquido/vapor descargado es inflamable, la ignición de la mezcla puede resultar en una bola de fuego (FireBall en el idioma inglés).

**VCE/UVCE (Explosión por una Nube de Vapor).** Puede definirse simplemente como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera, de toda la masa de gas que se dispersa, sólo una parte de esta se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresiones por la explosión. Este evento puede ocurrir tanto en lugares confinados como en no confinados. Cuando el evento es no confinado se le conoce como “Explosión por una Nube de Vapor no Confinada (UVCE- Unconfined Vapor Cloud Explosion en el idioma inglés).

**EFR (Explosión física de un recipiente a alta presión).** Falla catastrófica de un recipiente, sometido a una presión interna superior a su resistencia (Physical Explosion en el idioma inglés).

Importante puntualizar que la presencia de cada uno de estos eventos dependerá de las propiedades físicas y químicas del material manejado, de las condiciones operativas, de las condiciones ambientales y del medio donde se encuentre la instalación.

## X.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

### Análisis de consecuencias

Para la evaluación mediante el *software PHAST* Versión 7.11, es necesario conocer y/o determinar parámetros o criterios, tales como condiciones ambientales, criterios de intensidades de radiación térmica, magnitudes de sobrepresión y efectos de toxicidad.

Para el caso de las condiciones ambientales que son importantes en los cálculos que realiza el Software PHAST se puede mencionar la temperatura ambiental, la humedad relativa, la velocidad del aire y estabilidad ambiental.

*La Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos emitida por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) establece que “los Regulados utilizarán la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla 14, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.). Cuando sea posible demostrar, mediante datos meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, los Regulados podrán emplear dicho dato en las simulaciones. Para todas las simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años”.*

Para definir y justificar las estabildades a emplear en el análisis de consecuencias, se utilizaron los parámetros que se indican en la **Tabla X.1**:

**Tabla X.1.** Estabilidad atmosférica de Pasquill <sup>(1)</sup>

Velocidad del viento U <sub>10</sub> (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				≥1/2	≤1/2
<2	A	A - B	B	E	F
2 – 3	A - B	B	C	E	F
3 – 5	B	B - C	C	D	E
5 – 6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

(1) Tabla 14, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

Para el caso de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), los datos de las condiciones meteorológicas empleados son los manifestados en la **Tabla X.2**.

**Tabla X. 2.** Condiciones ambientales para la evaluación de consecuencias.

Condiciones Ambientales	Criterio 1	Criterio 2
Velocidad del viento <sup>(1)</sup>	1.5	1.5
Estabilidad atmosférica <sup>(1)</sup>	F	AB
Humedad relativa <sup>(2)</sup>	50%	50%
Temperatura ambiental <sup>(2)</sup>	25 °C	25 °C

(1) Esta condición está indicada por la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

(2) Esta condición es práctica recomendada de los Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1\_2011.

## Otras variables a considerar

Para realizar la simulación de los escenarios de riesgo es de importancia conocer las condiciones de operación del oleoducto, así como otras consideraciones que se mencionan a continuación:

- **Temperatura y presión:** Temperatura y presión a la que se encuentra la sustancia en el proceso ya sea en el ducto y/o tubería del proceso, como en la infraestructura complementaria.
- **Material o sustancia peligrosa bajo estudio:** Proporcionar el nombre del material o sustancia peligrosa que se considera en la simulación. En el caso de una mezcla, caso del aceite-crudo, se debe proporcionar el nombre de la mezcla, nombre y número CAS de sus componentes y porcentajes correspondientes.
- **Fase:** Indicar, considerando las condiciones de presión y temperatura, la fase en la que se encuentra el material o sustancia peligrosa en el recipiente que la contiene.
- **Inventario de la fuga:** Al determinar el inventario del material o sustancia peligrosa que se puede fugarse o derramar, en transporte, dar crédito a los valores máximos establecidos en controles administrativos que limitan estas cantidades o bien, considerar los casos en los que, por razones operativas, los inventarios pueden alcanzar valores máximos.
- **Tipo de superficie:** Seleccionar tierra seca, tierra húmeda, concreto, otra.
- **Tipo de recipiente:** Vertical, horizontal, esférico, u otros.
- **Altura hidráulica:** Altura del material o sustancia peligrosa dentro del recipiente, a partir del nivel que se encuentre la fuga.
- **Eventos típicos de fuga o derrame de productos:** El tamaño de la fuga o derrame de producto dependerá del tipo de equipo involucrado.

Las tablas magnitud–efecto permiten establecer un vínculo entre la intensidad de una variable (concentración, intensidad de radiación térmica o presión), con efectos observados o valores usados como referencia en documentos de diseño o normativos. Una ventaja de las relaciones de un efecto directo es que se pueden evaluar distintos daños observados o referencias disponibles. Una desventaja es que está construida con valores directos (ejemplo: existe un valor específico y no siempre se puede conocer la extensión de un mismo daño con distintos valores de intensidad de la variable que lo provoca). En la **Tabla X.3** y la **Tabla X.4** se compara la relación de magnitud-efecto por radiación térmica y por sobrepresión.

Tabla X.3. Efectos esperados u observados por radiación térmica <sup>(1)</sup>.

Intensidad de la radiación térmica (kW/m <sup>2</sup> )	Tipo de daño
1.4	No se presentan molestias, aunque durante largos periodos de exposición equivale a la intensidad del sol de verano a medio día.
1.58	Valor empleado para localidades donde el personal es expuesto continuamente. (API-521).
4	Suficiente para causar dolor al personal, en caso de que éste no se resguarde en 20 seg; sin embargo, es probable la formación de ampollas en la piel (Banco Mundial).
4.73	Intensidad de calor en áreas donde acciones de emergencia, con duración hasta varios minutos se pueden realizar por parte de personal son blindaje, pero con ropa apropiada (API-521).
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición son probables las quemaduras de segundo grado.
6.31	Intensidad en áreas donde acciones de emergencia, con duración hasta un minuto, pueden ser realizadas con equipo apropiado (API-521).
9.46	La exposición debe ser limitada a pocos segundos, suficientes para escapar (API-521).
9.5	El umbral de dolor en una persona se alcanza después de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición se presentan quemaduras de segundo grado.
12.5	Intensidad de energía mínima requerida para fundición de conductos de plástico (Banco Mundial) y para que la madera se prenda por contacto con fuego.
15.77	Intensidad en áreas con estructuras en donde no es deseable tener personal y en donde se cuenta con blindaje a la radiación térmica (API-521).
25.0	Intensidad de energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera en exposiciones prolongadas, no requiriéndose fuente de ignición alterna (Banco Mundial).
37.5	Suficiente para causar daño a los equipos de proceso (Banco Mundial).

(1) Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1\_2011.

Tabla X.4. Efectos esperados por sobrepresión <sup>(1)</sup>.

Sobrepresión (psig)	Daños
0.02	Ruido fuerte y/o molesto (equivalente a 137 db) a baja frecuencias 10-15 Hz.
0.03	Ruptura ocasional de vidrio en ventanas grandes y bajo tensión.
0.04	Ruido fuerte (143 db), rotura de vidrios por onda sonora.
0.10	Rotura de ventanas sometidas a tensión y de cristales de ventanas pequeñas.
0.15	Presión típica de rotura de vidrios.

Sobrepresión (psig)	Daños
0.30	Probabilidad de 95 % de no tener daños serios debajo de este valor de presión; 10% de los vidrios y/o ventanas rotas. Distancia "segura" (95% de probabilidad de no sufrir daños severos más allá de la distancia segura); límite de alcance de proyectiles; algunos daños a techos de madera de casas.
0.40	Daños estructurales menores.
0.5	Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras.
0.5-1.0	Daños a ventanas pequeñas y grandes.
0.7	Daño menor en estructuras de casa.
1.0	Demolición parcial de casas, tal que son inhabitables. Láminas de asbesto corrugados se hacen añicos; daños en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables. Provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles.
1-2	Asbesto y acero corrugado; paneles de madera desplazados y dañados.
2.0	Colapso parcial de paredes y tejados de las casas. Paredes en obra negra sin refuerzo se hacen añicos.
2-3	Muros no reforzados ladeados y parcialmente dañados.
2.3	Límite inferior para daños estructurales graves.
2.5	Destrucción del 50% de construcciones de ladrillo.
3.0	Daños a edificios con estructuras metálica; equipo pesado sufre poco daño. Maquinaria industrial pesada (1.5 toneladas) sufre daños menores; estructuras de acero de edificios se distorsionan y son arrancados de su base.
3-4	Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.
4.0	Recubrimiento de edificios industriales fracturado. Estructuras metálicas de edificios distorsionadas y/o arrancadas de sus cimientos; demolición de paneles de acero para edificios sin marco de refuerzo y ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	Rotura de postes de madera. Desprendimiento de postes de energía eléctrica; prensas hidráulicas (18.29 toneladas) dentro de edificios son ligeramente dañadas.
5.0-7.0	Destrucción prácticamente completa de casas.
7.0	Volcado de carros ferrocarril.
7-8	Muros de ladrillo de 8 a 12 pulgadas de espesor y no reforzados fallan.
9	Demolición completa de carros de ferrocarril cargados.
10	Probable destrucción total de casas y edificios; maquinaria de 3.2 toneladas son desplazadas y severamente dañadas; sobrevive maquinaria de 5.5 toneladas.
300	Formación de cráter.

(1) Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1\_2011.

Los parámetros de toxicidad, radiación térmica y sobrepresión requeridos para las simulaciones de consecuencias se muestran en la **Tabla X.5.**, donde se indican los valores establecidos en la guía para elaboración de análisis de riesgo del sector

hidrocarburos emitida por la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Medio Ambiente) y por SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

**Tabla X.5.** Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo <sup>(1)</sup>.

Definición de zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos.	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV <sub>(15 min, STEL)</sub> (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m <sup>2</sup> a 37.5 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup>	5 lb/in <sup>2</sup>

(1) Tabla 15, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

Se aclara que, debido a las características de las sustancias manejadas en el área de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), no se presentan efectos por toxicidad, por lo que en el presente estudio no se consideran simulaciones de escenarios de este tipo.

Para una referencia de los daños equivalentes para los valores antes mencionados, se describen los daños por nivel de radiación (**Tabla X.6**) y sobrepresión (**Tabla X.7**).

**Tabla X.6.** Niveles de radiación <sup>(1)</sup>.

Radiación kW/m <sup>2</sup>	Descripción
5.0	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición son probables las quemaduras de segundo grado. Esta radiación es considerada como límite de zona de alto riesgo.
1.4	No se presentan molestias, aunque durante largos periodos de exposición equivale a la intensidad del sol de verano a medio día. Este límite se considera como zona de amortiguamiento.

(1) Criterios Técnicos para simular escenarios de Riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos (Clave: DCO-GDOESSSPA-CT-001, Rev. 0).

**Tabla X.7.** Niveles de sobrepresión <sup>(1)</sup>.

Sobrepresión lb/in <sup>2</sup>	Descripción
1.0	Demolición parcial de casas, tal que son inhabitables. Láminas de asbesto corrugados se hacen añicos; daños en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables. Provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles. Esta área se considerará como zona de alto riesgo.

Sobrepresión lb/in <sup>2</sup>	Descripción
0.5	Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Esta área se considera como zona de amortiguamiento.

(1) Criterios Técnicos para simular escenarios de Riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos (Clave: DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 0).

Tomando en cuenta todas las variables anteriormente mencionadas, se llevaron a cabo las simulaciones correspondientes a los escenarios identificados como posibles puntos vulnerables en donde en caso de presentarse eventos de incendios y/o explosiones causarían impactos al ambiente o áreas cercanas al oleoducto.

La evaluación de consecuencias se realizó simulando escenarios en los puntos críticos identificados con las metodologías HAZOP y ¿Qué pasa sí?, que se encuentran enlistados en el **Capítulo IX, sección IX.6, Tabla IX.37**, Jerarquización de escenarios analizados por la metodología HAZOP. Con base en lo anterior, se definieron tres (3) escenarios para su evaluación (**Tabla X.8**).

**Tabla X.8.** Escenarios de riesgo definidos en el oleoducto 10" Ø x 1 +128.27 km.

Id.	Tipo de escenario	Clave del escenario de riesgo	Trazabilidad HAZOP	Trazabilidad ¿Que pasa sí?	Descripción del escenario de riesgo
1	Caso más probable (CMP)	CMP01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF	1.1	7.1 7.2	Fuga del oleoducto de 10" Ø X 1 + 128.27 km de 0.75" DEF (Diámetro Equivalente de Fuga), presentándose un derrame de mezcla de aceite a causa de alta presión, corrosión externa o corrosión interna.
2	Peor caso (PC)	PC01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-10" DEF		5.1 5.4	Ruptura de oleoducto de 10" Ø X 1.128 km, presentándose un derrame de mezcla de aceite a causa de golpe al ducto con maquinaria pesada.
3	Caso alternativo (CA)	CA01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-2" DEF		5.3	Fuga del oleoducto de 10" Ø X 1.128 km de 2" DEF, presentándose un derrame de mezcla de aceite a causa de tránsito vehicular (peso muerto y cargas repetitivas) en cruces de caminos.

En la **Tabla X.9** se presentan los resultados de las distancias de zonas de alto riesgo obtenidos con el simulador PHAST 7.11, en el caso de presentarse un incendio y/o una explosión en los escenarios mencionados en la **Tabla X.8**. Cabe recordar que debido a las características de la sustancia manejada en la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), no se presentan efectos por toxicidad. La mezcla aceite crudo carece de componente tóxico, ácido sulfhídrico, en este tipo de material.

**Tabla X.9.** Distancias de zonas de alto riesgo por radiación y sobrepresión.

Id	Clave del escenario de riesgo	Fase del material descargado	Zona de alto riesgo (m)	
			Efectos por radiación a 5 kW/m <sup>2</sup>	Efectos por sobrepresión a 1 psi*
1	CMP01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF	Líquido	142.45	472.61
2	PC01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-10" DEF	Líquido	89.82	959.00
3	CA01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-2" DEF	Líquido	82.67	134.42

\* Incluye la distancia del viaje de la nube con características explosivas.

La información complementaria a la **Tabla X.1.9.**, referente a todos los criterios y condiciones consideradas, así como a las zonas de amortiguamiento resultantes en cada uno de los escenarios, se pueden consultar en las tablas resumen del informe técnico del presente estudio que se encuentran en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.8**.

En el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.9**, se presenta la memoria técnica de las simulaciones del software PHAST, así como los diagramas de pétalos donde se representan a la escala pertinente y requerida las zonas de amortiguamiento y las zonas de alto riesgo para los eventos de radiación y sobrepresión en cada uno de los escenarios y ubicados en los puntos críticos analizados.

Los radios de afectación para las fugas equivalentes al 20% de diámetro del ducto y que corresponden a casos alternos (escenarios del 7 al 12), no se representan en los diagramas de pétalos ya que los puntos de fuga considerados son los mismos que los del peor caso, y los radios de afectación son más pequeños, encontrándose estos ya cubiertos por el área de afectación de los peores casos.

## X.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Tomando como herramienta principal, los diagramas de pétalos integrados en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.9** de este estudio, se analiza de manera detallada el área

hasta donde se alcanza las zonas de alto riesgo en cada uno de los escenarios, bajo la premisa de la probabilidad de presentarse un evento de incendio y/o de explosión.

Para poder describir la interacción con el medio, es de suma importancia tener un panorama general de la ubicación específica de cada uno de los eventos simulados (**Tabla X.10.**), los cuales se describen a continuación.

**Tabla X.10.** Ubicación del escenario de riesgo evaluado.

Id.	Clave del escenario de riesgo	Ubicación del escenario de riesgo
1	<b>CMP01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF</b>	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga o derrame en la infraestructura existente complementaria al oleoducto y que se ubica dentro de las áreas de la Batería Cinco Presidentes No. 1 por causa de alta presión, corrosión externa o corrosión interna.
2	<b>PC01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-10" DEF</b>	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame cercano a la interconexión con el oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV, por causa de golpe al ducto con maquinaria pesada.
3	<b>CA01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-2" DEF</b>	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en el cruce de carretera del oleoducto 10"Ø en el km 0+380 aproximadamente.

### 1. **CMP01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF**

De acuerdo con la ubicación de este escenario, que se indica en la **Tabla X.10.** (identificado como el Caso Más Probable\_CMP) el punto de origen se encuentra ubicado en la infraestructura nueva que se construirá y que formará parte complementaria para la operación del **Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV.** Tomando en cuenta que las causas probables para que se presente este escenario son la alta presión, la corrosión interna o externa, podemos suponer que este escenario también se puede presentar en la parte final del oleoducto, al tener el mismo tipo de exposición, principalmente el de corrosión interna o externa.

Al realizar la evaluación de este escenario a través del software PHAST en su versión 7.11, y considerando las condiciones más críticas para su simulación, se obtuvo como resultado, la posible presencia de un incendio tipo chorro o la formación de una nube que origina una explosión, en ambos casos, si encuentran un punto caliente que los active.

El escenario implica una pérdida de contención por un orificio con diámetro equivalente de fuga (DEF) de 0.75", su tamaño y condiciones operativas en las tuberías implica la presencia de un chorro de aceite que al encontrar un punto de ignición puede prenderse y formar un chorro de fuego (Jet fire) con un nivel de radiación de 5 kW/m<sup>2</sup> (parámetro requerido por la ASEA) y un radio de 142.45 m de distancia representando la Zona de alto riesgo del evento y, un radio de 256 m de distancia para un nivel de radiación de 1.4 kW/m<sup>2</sup> representando la zona de amortiguamiento o de seguridad para los receptores cercanos.

Para establecer el grado de afectación de este escenario posible en la instalación, es de importancia señalar lo siguiente:

- El oleoducto se construirá dentro de un derecho de vía existente.
- Tanto su construcción como operación y demás etapas de la vida útil del oleoducto, se contemplaron bajo la premisa de la minimización de impactos negativos a la vegetación, fauna y topografía, evitando los asentamientos humanos, áreas de vegetación protegida y zonas sensibles.
- Los terrenos por donde cruza el derecho de vía, están completamente alejados de concentraciones poblacionales. Sólo se identifican casas construidas de manera dispersa sobre los accesos principales a la zona y a más de 100 m de distancia. Por lo que, haciendo esta consideración de densidad de población, el oleoducto está diseñado con un factor de seguridad clase 1 y 2.
- La zona donde se encuentra el trazo del oleoducto es completamente utilizada por instalaciones del sector hidrocarburo, ya sea por instalaciones o DDV de otros ductos. La instalación más cercana, precisamente es la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, punto de origen de la obra y a una distancia de 870 m, una Estación de Compresión.
- El oleoducto tiene una longitud de 1128 m (1.128 km) y se encuentra enterrado a 1.2 m (del punto Norte del ducto). El tramo de Perforación Horizontal Direccional se ubica a 6 y 7 m de profundidad.
- El terreno presenta modificaciones relacionadas con la conversión de zonas inundables a pastizales inducidos para la ganadería extensiva. Debido a lo

anterior, por su naturaleza, en época de lluvias se forman acumulaciones temporales de agua en los alrededores.

Considerando lo anterior, dentro del radio de cobertura de la Zona de Alto Riesgo por radiación térmica del evento de chorro de fuego (jet fire), se encuentra la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, terrenos cubiertos por pastizales y zonas inundables de manera temporal. Los receptores que interactuarían, sería el personal de la Batería o Contratistas expuestos, la instalación y el ambiente. Las consecuencias hacia al ambiente se reducen a emisiones de humo, así como quemadura del pastizal cercano al punto de origen del evento. Por efecto de radiación las consecuencias ambientales son menores. No hay impacto a la población al no haber zonas de uso habitacional dentro de la distancia de afectación. El mayor de los efectos, se presentaría directamente a la instalación. La magnitud de este radio de afectación se presenta a razón de las condiciones operativas de la instalación y por la ubicación del escenario, que está completamente cercano a los límites de batería del lado sur, donde se llevará a cabo la interconexión del ducto.

Para este escenario, el segundo evento crítico es la presencia de una explosión de los vapores de aceite crudo en condiciones muy estables. El evento se denominó crítico, debido a que se consideró que el tiempo de permanencia del derrame es el suficiente para que se genere una nube que al viajar encuentra un punto caliente, y por la acumulación de estos vapores puede a llegar a presentarse una sobrepresión que por sus características se denominó Explosión Tardía. De acuerdo con la simulación realizada, este evento resultó con un radio de afectación (zona de alto riesgo con nivel de sobrepresión de 1.0 lb/in<sup>2</sup>) igual a 472.61 m, del cual 300 m corresponden a la distancia que la nube recorre hasta alcanzar las condiciones adecuadas para generar una explosión al tener contacto con un punto de ignición, y 172.61 m corresponde al radio de la zona de alto riesgo en la cual se presenta la explosión con un nivel de sobrepresión de 1 PSI. Sin embargo, como una medida conservadora, se considera como radio los 472.61 m como la zona vulnerable a este tipo de evento y poder considerar todas las medidas necesarias en esta zona, para reducir los posibles impactos a lo más mínimo.

Dentro de esta Zona de Amortiguamiento por Sobrepresión (nivel de sobrepresión de 0.5 lb/in<sup>2</sup>) equivalente a 619.35 m, se encuentran los mismos receptores que en el evento anterior, la diferencia es que la distancia en la que se puede presentar es mayor, por lo que puede alcanzar a estos mismos receptores que están a mayor distancia del punto de origen de la fuga.

Lo más crítico de este escenario es que el derrame no se prenda, y no se atienda en el tiempo máximo en el que las medidas de prevención están diseñadas para alertar en estos tipos de casos. Por el tamaño de la fuga, más que escurrimiento, se daría una aspersion en forma de spray, y ocasionaría manchones de hidrocarburos en los alrededores, cuyos receptores principales sería los pastizales o en dado caso parte de las instalaciones de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1.

Para reducir o manejar estos riesgos de fugas y/o derrames, el sector operativo Cinco Presidentes tiene una serie de salvaguardas que previenen la presencia de la condición iniciadora (pérdida de contención), así como, medidas mitigadoras para reducir la zona de impacto en caso de presentarse los eventos. Las medidas consideradas en la obra del oleoducto, se mencionan en el listado siguiente:

### **Medidas Preventivas**

- Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión.
- PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores.
- Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.
- Disciplina operativa.
- Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas que monitorean el estatus operativo de las instalaciones y ductos.
- Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto.
- Cumplimiento con estándares técnicos y calidad.
- Programa de inspección con herramienta instrumentada.
- Celajes terrestres y aéreos
- Sistema de protección catódica.
- Protección anticorrosiva
- Recubrimiento mecánico externo.
- Juntas aislantes bridadas (monoblock)
- Procedimientos operativos, de mantenimiento y de seguridad de los procesos.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Aplicación de mejores prácticas y estándares de ingeniería.
- Programas de mantenimiento e inspección de válvulas.
- Monitoreo de análisis cromatográficos.
- Competencias del operador para la interpretación de lecturas.

**Medidas de control:**

- Protocolo de Respuesta a Emergencias.
- Extintores móviles/portátiles.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la distancia con respecto zonas pobladas, y las salvaguardas por implementar, se considera que el oleoducto es completamente compatible con el medio donde se encontrará construido.

## **2. PC01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-10" DEF**

Este caso se puede presentar tanto en instalaciones superficiales como en tramos enterados. De acuerdo a la ubicación de este escenario y que se indica en la **Tabla X.10.** (identificado como el Peor Caso\_PC) el punto de fuga se encuentra ubicado en el punto final del oleoducto y por ende, cercano a la interconexión con el oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV, por causa de golpe al ducto con maquinaria pesada. Este escenario se propuso en un tramo superficial del oleoducto. La razón de un escenario de este tipo y la cual fue supuesto para su evaluación, es la realización de maniobras de izaje, caída de objetos, colisión de vehículos pesados al realizar trabajos de mantenimiento o reparación, desarrollo de infraestructura por el incremento de la densidad poblacional o actividades de mantenimiento del mismo ducto o de los caminos de terracería cercanos al DDV. Lo que implica que al impactar la maquinaria el ducto o al levantarlo provoque un daño a la integridad de este hasta el punto de ocasionar una ruptura total del oleoducto. Causa que fue considerada de igual forma, por encontrarse de manera contigua un camino de terracería el cual es vulnerable a la realización de actividades de mantenimiento de la misma vía o de los terrenos aledaños.

Al realizar la evaluación de este escenario a través del software PHAST en su versión 7.11, y considerando las condiciones más críticas para su simulación, se obtuvo como resultado, la posible presencia de un incendio tipo chorro o la formación de una nube que conlleve a una explosión, en ambos casos, si encuentran un punto caliente que los active.

El escenario implica una pérdida de contención por ruptura total del ducto, por lo que significa que el aceite-crudo se está escapando por 10" de diámetro equivalente de fuga (DEF).

Con este escenario, los eventos posibles a presentarse de acuerdo a los resultados del PHAST v. 7.11 son:

Chorro de fuego (Jet fire)  
Incendio de charco temprano (Early pool fire)  
Incendio de charco tardío (Late pool fire)  
Explosión tardía (Late explosion)

Por el alcance de tales eventos, los más críticos en daños a los receptores presentes (instalación, personal y Ambiente) son el chorro de fuego y la explosión tardía, debido principalmente a las distancias resultantes de sus Zonas de Alto Riesgo.

Con la finalidad de tener mayor cobertura de las medidas de seguridad a implementar, y tener cubierta las áreas afectadas por otros eventos, como lo son la formación de charcos (Charco, Incendio de charco temprano e Incendio de charco tardío, se consideró describir los eventos más críticos: chorro de fuego y la explosión tardía.

La ruptura del oleoducto descarga el material inflamable en forma de chorro a cierta presión que al encontrar una fuente de ignición, como puede ser el mismo motor de la maquinaria pesada, genera un incendio en forma de soplete o chorro de fuego que puede alcanzar la zona de alto riesgo con nivel de radiación de 5 kW/m<sup>2</sup> en un radio de 89.82 m. y un radio de 128.79 m de distancia para un nivel de radiación de 1.4 kW/m<sup>2</sup>, que representa la zona de amortiguamiento o de seguridad para los receptores involucrados.

Para establecer el grado de afectación de este escenario posible en la instalación, es de importancia señalar lo siguiente:

- El oleoducto se construirá dentro de un derecho de vía existente.
- Tanto la construcción, operación y demás etapas de la vida útil del oleoducto, se contemplaron bajo la premisa de la minimización de impactos negativos a la vegetación, fauna y topografía, evitando los asentamientos humanos, áreas de vegetación protegida y zonas sensibles.

- Los terrenos por donde cruza el derecho de vía, están completamente alejados de concentraciones poblacionales. Sólo se identifican casas construidas de manera dispersas sobre los accesos principales a la zona y a más de 900 m de distancia. Por lo que, considerando la densidad de población, el oleoducto está diseñado con un factor de seguridad clase 1 y 2.
- La zona donde se encuentra el trazo del oleoducto es completamente utilizada por instalaciones del sector hidrocarburo, ya sea por instalaciones o DDV de otros ductos. La instalación más cercana es la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, punto de origen de la obra y una Estación de Compresión a una distancia de 546 m.
- El oleoducto tiene una longitud de 1128 m (1.128 km) y se encuentra enterrado a 1.2 m (del punto Norte del ducto). El tramo de Perforación Horizontal Direccional se ubica a 6 y 7 m de profundidad.
- El terreno presenta modificaciones relacionadas con la conversión de zonas inundables a pastizales inducidos para la ganadería extensiva. Debido a lo anterior, por su naturaleza, en época de lluvias se forman acumulaciones temporales de agua en los alrededores.

Tomando muy en cuenta las premisas anteriores con respecto al medio o zona donde se construirá y operará el oleoducto, se manifiesta que dentro del radio de cobertura de la Zona de Alto Riesgo por radiación térmica del evento de chorro de fuego (jet fire) debido a la ruptura del ducto, se encuentran en mayor proporción, terrenos cubiertos de pastizales inducidos, pequeñas áreas con arbustos, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal y caminos de terracería que sirven de acceso a instalaciones de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M). Al ser un área con características similares, el área de la zona de amortiguamiento se encuentra integrada, aunque en mayor proporción, por los mismos elementos ambientales.

Para este escenario, el segundo evento crítico es la formación de una nube de vapores de aceite crudo por las condiciones ambientales muy estables y que puede dar origen a una explosión. El evento se denomina crítico, debido a que se considera que el tiempo de permanencia del derrame es el suficiente para generarse una nube que al viajar encuentre un punto caliente, y por la acumulación de estos vapores dentro de sus límites de explosividad, puede llegar a generar una sobrepresión que por sus características se define como Explosión Tardía. De acuerdo con la simulación de este evento con el software PHAST v 7.11, este resultó con un radio de afectación igual a 959.01 m, del cual 480 m corresponden a la distancia que la nube recorre hasta alcanzar las condiciones adecuadas para generar una explosión

al tener contacto con un punto de ignición, y 479.01 m corresponden al radio en el cual se presenta la explosión con un nivel de sobrepresión igual a 1 PSI. Sin embargo, como una medida conservadora, se considera como radio los 959.01 m como la zona vulnerable a este tipo de evento, y poder considerar todas las medidas necesarias en esta zona, para reducir los posibles impactos hasta en lo más mínimo. Dentro de esta zona de alto riesgo por sobrepresión encontramos terrenos cubiertos de pastizales inducidos, áreas cubiertas de árboles, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal, camino de terracería que sirve de instalaciones de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M).

Dentro de la Zona de amortiguamiento por Sobrepresión (nivel de sobrepresión de 0.5 lb/in<sup>2</sup>), se encuentran los mismos receptores que en el evento anterior, la diferencia radica en la distancia en la que se puede presentar que es mayor, por lo que estos mismos receptores afectados son en mayor cantidad en orden de magnitud.

Lo que se considera más crítico para el medio (principalmente al suelo y al aire) en este tipo de escenario, es que el material derramado no se prenda, y este no se atienda en el tiempo máximo al que las medidas de prevención están diseñadas para alertar en estos tipos de casos. El tamaño de la fuga implica que la cantidad de material derramado sea mucho mayor que cualquier otra fuga. De acuerdo con los resultados del software PHAST v 7.11, por las características del material, es posible la formación de un charco (pool) de aceite-crudo, que al no ser atendido adecuadamente en tiempo y forma (Plan o Protocolo de Respuestas a Emergencias\_PRE), su extensión en sentido horizontal y vertical tienda a ser mayor de manera gradual.

Para reducir o manejar estos riesgos de fugas y/o derrames, el sector operativo de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) contará con una serie de medidas de prevención cuyo enfoque primordial es evitar la presencia de la condición iniciadora (trabajos de construcción y excavación en tramos superficiales o enterrados del ducto), así como, medidas de control para minimizar los eventos de incendios y/o explosión probable y mitigar la extensión de la zona afectada. Las medidas ya consideradas en la obra del oleoducto, se mencionan en el listado siguiente:

#### **Medidas Preventivas: Instalación superficial**

- Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión.
- PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores.

- Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.
- Certificación de la grúa de izaje.
- Programa de inspección y mantenimiento de la grúa.
- Competencia del operador de grúa.
- Certificados de las eslingas, estrobos y grilletes para el izaje.
- Inspección visual rutinaria para el uso de los accesorios de izaje.
- Procedimiento de control vehicular dentro de las instalaciones.
- Supervisión efectiva por la autoridad de área.
- Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo.
- Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.

#### **Medidas Preventivas: Instalación enterrada**

- Instalación de postes de señalización preventivos y restrictivos en el derecho de vía.
- Programa de celajes.
- Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión.
- PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores.
- Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.

#### **Medidas de control:**

- Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE).
- Extintores móviles/portátiles.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la prevención y mitigación de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en la instalación, lo cual permite que esta opere con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, distancia o nula presencia de zonas pobladas en el área de influencia del oleoducto, y las salvaguardas que serán implementadas, hacen que la obra sea completamente compatible con el medio donde se construirá.

### **3. CA01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-2" DEF**

Independientemente de los dos escenarios anteriores, que fueron seleccionados por su mayor probabilidad de ocurrencia o por el riesgo mayor que implica para el oleoducto, este escenario, es considerado por la ocurrencia registrada en instalaciones con el mismo o similar proceso y tipo de infraestructura.

De acuerdo con la ubicación de este escenario, que se indica en la **Tabla X.10.** (identificado como el Caso Alterno) el punto de fuga se encuentra ubicado a 360 m aproximadamente del punto de origen del **Oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV** y a una profundidad de 6 a 7 m. Este escenario se propuso en un tramo del oleoducto completamente enterrado por medio de Perforación Horizontal Direccional, lo que hace que sea remota la probabilidad de ocurrencia, sin embargo, la razón de un escenario de este tipo y el cual fue supuesto para su evaluación, es la exposición de peso muerto o cargas repetitivas en este segmento, debido al tránsito vehicular sobre el cruce de camino. Lo que implica que el oleoducto al estar sometido a este tipo de esfuerzos, debilite su condición, estructura o integridad hasta originarse una falla que equivalga a un orificio con 2" de diámetro equivalente de fuga (DEF).

Al realizar la evaluación de este escenario a través del software PHAST en su versión 7.11, y considerando las condiciones más críticas para su simulación, se obtuvo como resultado, la posible presencia de un incendio tipo chorro o la formación de una nube que conlleve a una explosión, en ambos casos, si encontrasen un punto caliente que los active.

Con este escenario, los eventos posibles a presentarse de acuerdo a los resultados del PHAST v. 7.11 son:

Chorro de fuego (Jet fire)  
Explosión tardía (Late explosion)

Por el alcance, tales eventos representan peligros para los receptores presentes (instalación, personal y Ambiente), principalmente por las distancias resultantes de sus Zonas de Alto Riesgo, ya sea por el nivel de radiación o sobrepresión, según sea el evento dado.

Con la finalidad de evaluar el alcance más crítico, de una fuga por un orificio de diámetro equivalente igual a 2 pulgadas, en este tipo de instalaciones y condiciones, la simulación se considera de manera superficial, y con ello definir un área de seguridad mayor y debidamente protegida de cualquier efecto adverso, tomando en cuenta que el ducto está enterrado y la exposición del aceite crudo puede darse en cualquier punto del terreno que las características del suelo y material permitan. La evaluación de este escenario resulta en la presencia de un incendio en forma de soplete o chorro de fuego que puede alcanzar la zona de alto riesgo con nivel de

radiación de 5 kW/m<sup>2</sup> en un radio de 82.67 m. y un radio de 134.42 m de distancia para un nivel de radiación de 1.4 kW/m<sup>2</sup>, que representa a la zona de amortiguamiento o de seguridad para los receptores cercanos.

Para establecer el grado de afectación de este escenario posible en la instalación, es de importancia señalar lo siguiente:

- El oleoducto se construirá dentro de un derecho de vía existente.
- Tanto la construcción, operación y demás etapas de la vida útil del oleoducto, se contemplaron bajo la premisa de la minimización de impactos negativos a la vegetación, fauna y topografía, evitando los asentamientos humanos, áreas de vegetación protegida y zonas sensibles.
- Los terrenos por donde cruza el derecho de vía, están completamente alejados de concentraciones poblacionales. Sólo casas construidas de manera dispersa sobre los accesos principales a la zona y a más de 900 m de distancia, son las identificadas. Por lo que, haciendo esta consideración de densidad de población, el oleoducto está diseñado con un factor de seguridad clase 1 y 2.
- La zona donde se encuentra el trazo del oleoducto es completamente utilizada por instalaciones del sector hidrocarburo, ya sea por instalaciones o DDV de otros ductos. La instalación más cercana es la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, punto de origen de la obra y una Estación de Compresión a una distancia de 546 m.
- El oleoducto tiene una longitud de 1128 m (1.128 km) y se encuentra enterrado a 1.2 m (del punto Norte del ducto). El tramo de Perforación Horizontal Direccional se ubica a 6 y 7 m de profundidad.
- El terreno presenta modificaciones relacionadas con la conversión de zonas inundables a pastizales inducidos para la ganadería extensiva. Debido a lo anterior, por su naturaleza, en época de lluvias se forman acumulaciones temporales de agua en los alrededores.

Tomando muy en cuenta las premisas anteriores con respecto al medio o zona donde se construirá y operará el oleoducto, se manifiesta que dentro del radio de cobertura de la Zona de Alto Riesgo por radiación térmica (nivel de radiación de 5.0 kW/m<sup>2</sup>) del evento de chorro de fuego (jet fire) debido a la falla en oleoducto, se encuentran en mayor proporción, terrenos cubiertos de pastizales, pequeñas áreas con arbustos, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal y camino de terracería que sirve de acceso a instalaciones de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M). Al ser un área con características similares, el área de la

zona de amortiguamiento (nivel de radiación de  $1.4 \text{ kW/m}^2$ ) se encuentra integrada, aunque en mayor proporción, por los mismos elementos ambientales.

Para este escenario, el segundo evento crítico es la formación de una nube de vapores de aceite crudo por las condiciones ambientales muy estables y que puede dar origen a una explosión. El evento se denomina crítico, debido a que se considera que el tiempo de permanencia del derrame es el suficiente para generarse una nube que al viajar encuentra un punto caliente, y por la acumulación de estos vapores dentro de sus límites de explosividad, puede llegar a generar una sobrepresión que por sus características la denominamos Explosión Tardía. De acuerdo con la simulación de este evento con el software PHAST v 7.11. este resultó con una zona de alto riesgo (nivel de sobrepresión de  $1.0 \text{ lb/in}^2$ ) radio de afectación igual a 134.42 m, del cual 40 m corresponden a la distancia que la nube recorre hasta alcanzar las condiciones adecuadas para generar una explosión al tener contacto con un punto de ignición, y 94.42 m corresponde al radio en la cual se presenta la explosión con un nivel de sobrepresión igual a 1 PSI. Sin embargo, como una medida conservadora, se considera como radio los 134.42 m como la zona vulnerable a este tipo de evento, y poder considerar todas las medidas necesarias en esta zona, para reducir los posibles impactos hasta en lo más mínimo. Dentro de esta zona de alto riesgo por sobrepresión encontramos terrenos cubiertos de pastizales inducidos, áreas cubiertas de árboles, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal, camino de terracería que sirve de acceso a instalaciones de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) y otras instalaciones propias de PEMEX.

Dentro de la Zona de amortiguamiento por Sobrepresión (nivel de sobrepresión de  $0.5 \text{ lb/in}^2$ ) igual a 214.69 m, se encuentran los mismos receptores que en el evento anterior, la diferencia radica en la distancia en la que se puede presentar que es mayor, por lo que estos mismos receptores afectados son en mayor cantidad en orden de magnitud.

Lo que se considera más crítico para el medio ambiente (principalmente al suelo y al aire) en este tipo de escenario, es que el material derramado no se prenda, y este no se atienda en el tiempo máximo a la que las medidas de prevención están diseñadas para alertar en estos tipos de casos. El tamaño de la fuga, las condiciones de la ubicación de la misma (enterrada) y las características del suelo que impidan o faciliten la exposición del material y la incertidumbre de su ubicación implican que la cantidad de material descargado sea mucho mayor o menor. Evento que al no ser atendido adecuadamente en tiempo y forma (Plan o Protocolo de

Respuestas a Emergencias\_PRE y supervisión adecuada de los indicadores de las variables operativas, su extensión en sentido horizontal y vertical tendería a ser mayor de manera gradual.

Para reducir o manejar estos riesgos de fugas y/o derrames específicamente para este tipo de escenario, el sector operativo de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) contará con una serie de medidas cuyo propósito primordial es controlar los efectos de la condición iniciadora (no evitar la condición iniciadora que es el tránsito vehicular, intensión funcional de los caminos de acceso), para minimizar los efectos sobre el ducto, así como mitigar los eventos de incendios y/o explosión probable y sus efectos. Las medidas ya consideradas en la obra del oleoducto, se mencionan en el listado siguiente:

**Medidas Preventivas:**

- Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión.
- PIT Trasmisores indicadores de presión con señal al cuarto de operadores.
- Supervisión operativa desde el cuarto de control principal.
- Análisis de esfuerzos
- Diseño del ducto para cruces de caminos

**Medidas de control:**

- Protocolo de Respuesta a Emergencias.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la prevención y mitigación de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, distancia o nula presencia de zonas pobladas en el área de influencia del ducto, y las salvaguardas que serán implementadas, hacen que la obra sea completamente compatible con el medio donde se construirá.

**Premisas de la evaluación de consecuencias**

La realización de la evaluación de los escenarios de riesgo considerados como Caso Más Probable, Peor Caso y Caso Alternativo, en su análisis de elaboración y

resultados, es de suma importancia enunciar los siguientes aciertos para el buen razonamiento de los mismos:

- Los escenarios evaluados están completamente definidos de acuerdo a los resultados de las metodologías de identificación de peligros aplicados en conjunto con el GMAER., así como del análisis preliminar de instalaciones con procesos e instalaciones similares a lo analizado en el presente estudio.
- Las zonas de alto riesgo y las zonas de amortiguamiento que se dieron como resultado (Ver hojas de resultados del software PHAST v 7.11 en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.9**) es bajo el criterio de contemplar las condiciones más críticas para poder atender, en cuanto a medidas de prevención y control, se refiere, la mayor magnitud de área y llevar al mínimo cualquier evento que pueda resultar de la operación del oleoducto.
- La representación de los eventos (Ver diagramas de pétalos en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.9**) no se representó en el sentido de la dirección del viento reinante, se graficó en forma de círculos con radios equivalentes a los resultados de cada evento presentado, con la finalidad de considerar la probabilidad de cada una de la direcciones de vientos posibles y de esa manera no descartar zonas que en principio se pueden entender que son pocas vulnerables a este tipo de eventos, e integrarlas a los planes o protocolos de respuestas a emergencias y minimizar cualquier daño o impacto posible a los receptores ambientales de la zona.
- Como tiempo crítico de atención a los escenarios evaluados, se consideró 20 minutos (1,200 segundos). Esto en función de la cercanía de otras instalaciones del Activo de Producción Cinco Presidentes en la zona, medidas de prevención contempladas en el control operativo del oleoducto y movimientos logísticos establecidos en los protocolos de respuestas a emergencias en el área a la cual se integrará la nueva obra.

### X.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Es importante mencionar que la zona de influencia del proyecto, se delimitó con respecto al sistema ambiental en la cual se encuentra ubicado, para ser más específico y puntal con los factores ambientales que realmente interactuarán con el oleoducto.

De acuerdo con el Diagnóstico Ambiental enunciado en el **Capítulo IV** del Manifiesto de Impacto Ambiental para esta obra, los factores ambientales identificados en todo el polígono en la cual se encuentra el área de la obra, son los presentados en la

siguiente **Tabla X.11** (corresponde a la **Tabla. IV.44**. Tabla de valoración de los factores ambientales presentes en el sistema ambiental).

**Tabla X.11.** Valoración de los factores ambientales presentes en el sistema ambiental del proyecto “Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Interconexión con el Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”

Factor ambiental	Valor de importancia	Valor ponderado	Clasificación
Vegetación terrestre	44	0.70	Alta
Fauna	36	0.56	Media
Tipo de suelo	35	0.54	Media
Hidrología superficial	35	0.54	Media
Paisaje	34	0.52	Media
Hidrología subterránea	32	0.48	Media
Características litológicas	31	0.46	Media
Factores socioculturales	29	0.43	Media
Clima	28	0.41	Media
Fenómenos climatológicos	27	0.39	Media
Susceptibilidad a fenómenos geológicos	27	0.39	Media
Demografía	26	0.37	Media
Relieve	24	0.33	Media
Fallas y fracturamientos.	6	0.00	Baja

Algunos datos importantes y relevantes en materia ambiental, meteorológicos y geológicos en el Estudio de Riesgo Ambiental para la evaluación del oleoducto son:

**Clima:** Am (f), Cálido húmedo con intensas lluvias en verano.

**Temperatura:** La temperatura promedio de la zona es de 26.02 °C. El mes más caluroso es mayo con 28.9°C y el más frío es enero con 22.3 °C.

**Precipitación:** Precipitación promedio anual es de 2,478.5 mm, presentando las máximas precipitaciones en el mes de octubre con 475.2 mm y las mínimas en abril con 45.2 mm.

**Relieve:** Totalmente llano, caracterizado por zonas debajo de los 10 metros sobre nivel de mar. Además, se pueden observar sitios donde la superficie del terreno se encuentra en 0.84 metros por debajo del nivel medio del mar. Esto le confiere a la zona una dinámica de zona inundable.

**Sismos:** Se han presentado 46 sismos de diferentes magnitudes en un radio de 20 kilómetros a la zona del proyecto. De las cuales 35 son de magnitudes que no llegan a ser calculables, y los 11 restantes están en magnitudes que no han generado riesgos a las instalaciones existentes.

**Deslizamientos:** Por las características geológicas, de relieve y ubicación con respecto a volcanes, la zona del proyecto no presenta riesgo de deslizamiento, derrumbe o actividad volcánica.

**Inundaciones:** El municipio de Cárdenas, Tabasco ocupa el noveno lugar entre 17 municipios en índices de vulnerabilidad ante inundaciones, lo que incluye a la zona donde se realizará el proyecto, esto sugiere que debido al relieve y morfología de la zona el mayor riesgo de afectación está asociado con inundaciones.

**Suelo:** Tipo Histosol, que son suelos formados por materiales orgánicos en un 30% o más.

**Hidrología:** El sistema ambiental del proyecto se encuentra ubicado dentro de la región hidrográfica 29, el cuerpo de agua más cercano al proyecto se encuentra a 1.5 km de distancia. Las zonas vulnerables a inundaciones son las que más prevalecen en el área.

**Fauna:** Dentro del derecho de vía del proyecto, se registraron cinco especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*) y tortuga pecho quebrado labios blancos (*Kinosternon leucostomum*) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). Se recomienda ahuyentar o reubicar de tales especies durante trabajos de construcción del proyecto.

**Flora:** A lo largo del trazo no se observaron especies vegetales enlistadas en alguna de las cuatro categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Aunque existen manglares en el área estos no se verán afectados ya que se empleará el método constructivo de Perforación Horizontal Direccional. La vegetación pastizal predomina en las zonas de construcciones superficiales

Los impactos a estos aspectos ambientales, en términos generales, se manifiestan en toda el área de influencia del proyecto (considerando de 200 a 500 m) sin o moderada relevancia. Sin embargo, es de suma importancia puntualizar que

específicamente en las áreas donde se tiene planeado llevar a cabo la obra, en su mayor parte se ha visto completamente modificado por las actividades antropogénicas. En su mayoría, los terrenos son ocupados para la ganadería y en un porcentaje menor, a la agricultura. Puntualizando también, que esta zona es completamente de uso industrial, debido a la presencia instalaciones de PEMEX desde hace muchos años en la zona con la actividad de extracción de hidrocarburos, por lo que ya existe una gran cantidad de instalaciones debidamente autorizadas y reguladas. Como es el caso del oleoducto que ocupará parte de un derecho de vía ya existente.

En los terrenos por donde se tiene definido el trazo del oleoducto se observan las mismas características enunciadas anteriormente. La mayor parte de los terrenos son zonas inundables durante los periodos de lluvias, quedando al descubierto durante los periodos de seca, muy pocos cuerpos de agua se pueden calificar como permanentes. Las características descritas, se visualizan en las imágenes que integran a la memoria fotográfica del Análisis de Riesgo Ambiental y su respectivo mapa de ubicación de toma fotográfica (ver **Capítulo XIII, numeral XIII.1.2**).

De una forma más puntual, considerando las conclusiones del diagnóstico ambiental definido en la **Tabla IV.46** (Descripción de los factores ambientales presentes en el sistema ambiental, del **Capítulo IV** de la MIA), el estado actual de los componentes ambientales que interactúan **directa y específicamente** con el área donde se construirá y permanecerá en operación el oleoducto es el siguiente (**Tabla X.12**):

**Tabla X.12.** Características actuales de los componentes ambientales en el área del proyecto.

Aspectos ambientales	Factor ambiental	Descripción
Aspectos abióticos	Clima	Am (f) Cálido húmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio de 20°C y una precipitación media anual de 2,478.5 mm.
	Fenómenos climatológicos	No hay temporada de sequías marcada para la zona. Temporada de nortes de octubre a marzo.  Zona expuesta 20 ciclones tropicales cada 150 años.
	Características litológicas	Terreno formado en la era del Holoceno o Reciente (<0.01 millones de años) del periodo Cuaternario. De origen palustre con depósitos en pantanos de limo y arcilla.
	Relieve	Terreno de llanura inundable, con alturas entre los 10 msnm hasta los 0.84 metros por debajo del nivel del mar.

Aspectos ambientales	Factor ambiental	Descripción
	Presencia de fallas y fracturamientos.	No hay presencia de fallas o fracturamientos de roca, pues el terreno es de material no consolidado.
	Susceptibilidad (sismos, derrumbes, inundaciones y actividad volcánica).	No susceptible a deslizamientos y derrumbes por ser un terreno llano.  No susceptible a actividad volcánica por estar en una zona distante a los volcanes activos más cercanos.  Además, el sitio se encuentra en una zona de riesgo medio por sismicidad, de acuerdo a CFE.  Sin embargo, es un terreno altamente susceptible a inundaciones.
	Tipo de suelo	El tipo de suelo es Gleysol, según la carta edafológica del INEGI. Aunque algunos investigadores del COLPOS, sugieren que son Histosoles. Ambos criterios, pertenecen a suelos altamente productivos y fértiles por su alto contenido de materia orgánica.
	Hidrología superficial	Presencia de escurrimientos y cuerpos de agua perennes importantes en el límite sur del sistema ambiental: El río Chicozapote y la laguna El Yucateco.
	Hidrología subterránea	Ubicado en el acuífero 2702 conocido como la Chontalpa, el cual es de tipo libre con dirección de sur a norte noroeste con salida al Golfo de México. Con niveles freáticos entre los 5.0 y 1.0 metros, correspondiente a profundidades someras.
Aspectos bióticos	Vegetación terrestre	El trazo de la obra presenta vegetación de tipo <b>Pastizal</b> dominado por <b>especies herbáceas como:</b> pasto alemán ( <i>Echinochloa polystachya</i> ), pasto humicicola ( <i>Brachiaria humicicola</i> ), pasto pelillo ( <i>Leersia hexandra</i> ), pasto bermuda ( <i>Cynodon dactylon</i> ), pasto cabezón ( <i>Paspalum virgatum</i> ), pasto remolino ( <i>Paspalum notatum</i> ) y espadaño ( <i>Typha dominguensis</i> ). Con especies arbóreas como: Mango ( <i>Mangifera indica</i> ), zapote de agua ( <i>Pachira aquatica</i> ), macayo ( <i>Andira galeottiana</i> ), nance ( <i>Byrsonima crassifolia</i> ) y guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ).  Para el sistema ambiental, se reportan 86 especies pertenecientes a 80 géneros y 44 familias botánicas. Las especies registradas son en su mayoría de amplia distribución. Solo se identificaron tres especies vegetales enlistadas en la categoría de Amenazada (A) de la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> el mangle rojo ( <i>Rhizophora mangle</i> ), mangle blanco ( <i>Laguncularia racemosa</i> ) y el barí ( <i>Calophyllum brasiliense</i> ).
	Fauna	En el área del proyecto se registraron 48 individuos pertenecientes a 22 especies, agrupados en tres clases de vertebrados. De las especies reportadas, cinco están

Aspectos ambientales	Factor ambiental	Descripción
		<p>enlistadas en la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b><sup>[30,31]</sup>, el zopilote sabanero (<i>Cathartes burrovianus</i>), gavilán caracolero (<i>Rostrhamus sociabilis</i>), perico pecho sucio (<i>Eupsittula nana</i>), oropéndola de Moctezuma (<i>Psarocolius montezuma</i>) y tortuga pecho quebrado labios blancos (<i>Kinosternon leucostomum</i>) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (<b>Pr</b>).</p> <p>En el Sistema Ambiental se registraron 339 individuos agrupados en 64 especies, 21 órdenes y 35 familias. Se registraron doce especies enlistadas en la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>, la aguililla negra menor (<i>Buteogallus anthracinus</i>), perico pecho sucio (<i>Eupsittula nana</i>), cigüeña americana (<i>Mycteria americana</i>), oropéndola de Moctezuma (<i>Psarocolius montezuma</i>), zopilote sabanero (<i>Cathartes burrovianus</i>) y gavilán caracolero (<i>Rostrhamus sociabilis</i>), la tortuga pecho quebrado labios blancos (<i>Kinosternon leucostomum</i>) en la categoría de Sujeta a Protección Especial en la categoría de Sujeta a Protección Especial (<b>Pr</b>), así como la correa (<i>Aramus guarauna</i>), avetoro neotropical (<i>Botaurus pinnatus</i>), la boa (<i>Boa imperator</i>) e iguana espinosa rayada en Amenazada (<b>A</b>).</p>
Aspecto biofísico-perceptual	Paisaje	<p>Se analizaron tres aspectos del paisaje: Visibilidad, calidad y fragilidad.</p> <p>La visibilidad del paisaje en la obra es alta debido al tipo de vegetación herbácea y a su llana topografía. La calidad del paisaje es buena, debido a que su contexto inmediato refleja una calidad ambiental alta, por la presencia de vegetación de manglar.</p> <p>La fragilidad de la zona de obra es baja debido a que es un sitio con presencia de infraestructura petrolera. No obstante, el escenario inmediato tiene una alta fragilidad por ser una vegetación compacta de manglar.</p>
Aspectos socioeconómicos	Demografía	<p>La localidad más cercana al área de obra e incluida en el sistema ambiental es El Yucateco (2da. Sección), la cual tiene una población de 947 personas hasta 2010. Estimándose una población cercana de 1000 personas a la fecha, con una ligera dominancia de individuos del sexo masculino.</p> <p>Las personas económicamente inactivas son más que las personas económicamente activas en la localidad. Siendo predominantes las personas del sexo masculino las que cuentan con un empleo.</p>

Aspectos ambientales	Factor ambiental	Descripción
	Factores socioculturales	<p>El nivel educativo de la población esta predominada por personas que cuentan con primaria o se encuentran cursándola.</p> <p>No hay indicios de origen indígena de la comunidad. Presenta una baja población con limitaciones motoras, visuales, de lenguaje, audición y mental.</p> <p>Se profesa la religión cristiana, aunque se encuentran en cifras similares aquellos con creencia católica y protestantes.</p> <p>La mayoría de familias tiene un jefe masculino, aunque hay una importante presencia con jefaturas femeninas.</p> <p>La organización comunal es de tipo ejidal.</p>

Es de relevancia señalar desde el enfoque del Análisis de Riesgo Ambiental, que específicamente en el polígono donde se encuentra el área del proyecto, se visualizan vías de accesos que se han ido desarrollando en los mismos términos en que se han desarrollado otras instalaciones con los mismos objetivos de producción que la obra proyectada. Instalaciones existentes que han provocado el desarrollo de una serie de calles, caminos de terracerías y carreteras para su comunicación y que de igual forma han provocado el crecimiento de asentamientos humanos y el desarrollo habitacional, en términos rurales, sobre las orillas de las vías principales.

Analizando todo lo anterior y considerando las distancias de los radios de afectación resultantes de los eventos simulados (Caso más probable, peor caso y caso alternativo) en la instalación y que se enlistan en la **Tabla X.10**, se puede describir el impacto que una fuga, un derrame, un incendio o explosión puede provocar en los componentes ambientales que interactúan directamente con la instalación en plan de construcción.

El área del proyecto se encuentra propuesto sobre terrenos cubiertos principalmente de pastizales con árboles dispersos, presencia de animales domésticos y paisajes modificados (áreas perturbadas), por esta razón los daños por niveles de radiaciones y/o sobrepresiones originados por los eventos, son considerados de bajo riesgo para este tipo de flora.

Considerando el estatus de los factores ambientales con respecto a los escenarios posibles en el oleoducto, dentro del radio de cobertura de las Zonas de Alto Riesgo por radiación térmica del evento de chorro de fuego (jet fire) o por sobrepresión por la formación de una nube explosiva (Late explosion) que se puede presentar en los

tres escenarios evaluados, los factores pueden ser susceptibles a un efecto de tales eventos son: el suelo, la flora, la fauna.

En el caso de la flora y la fauna los efectos son de manera temporal, el sistema ambiental presente y las condiciones actuales de la zona (completamente modificado), tienen una rápida velocidad de recuperar su equilibrio al estatus en la que se encuentra; principalmente debido a que la flora presente en toda el área del proyecto es de tipo pastizal inducido. En cuanto a la fauna, se encontraron cinco enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*) y tortuga pecho quebrado labios blancos (*Kinosternon leucostomum*) todas en la categoría de Sujeta a Protección Especial (**Pr**), sin embargo, las especies de aves registradas debido a su capacidad de desplazamiento no se verán afectadas directamente por las actividades del proyecto.

Como se mencionó en el apartado anterior, los más crítico con estos escenarios es que se presente la fuga o derrame del aceite-crudo, no se prenda y no se atienda a tiempo. Esto ocasionaría una contaminación al suelo que requería métodos de remediación de suelos para su reintegración de nueva cuenta al medio *in situ*.

Para el caso del ambiente, se vería alterado debido al humo que se emitiría por el humo generado al presentarse el incendio del material y de las zonas de pastizales presentes en las zonas aledañas al oleoducto.

Por la magnitud de los radios de alto riesgo generados por los niveles de sobrepresión y radiación, los factores ambientales denominados Hidrología y Demografía, no se ven afectados, debido al nulo involucramiento de los eventos con éstos, debido a que no son alcanzados. Puntualizando que no hay ríos o lagunas cercanas, sólo acumulaciones temporales de agua por lluvias (susceptibilidad a inundaciones por el nivel del suelo), y en el caso de la Demografía, las concentraciones de viviendas rurales y de manera dispersa se encuentran a una distancia de entre 1,200 a 1,500 m con respecto a la obra, por lo que no es un factor ambiental afectado.

En cuanto al factor ambiental Paisaje, de igual forma no es afectado, ya que este se encuentra completamente modificado por las actividades ya establecidas en la zona, como es el caso de otras instalaciones de actividades petroleras y actividades agrícolas y ganaderas. Lo más frágil del paisaje es la presencia de manglar en la

zona, para esto se ha planificado realizar la introducción de la tubería por medio del método de Perforación Horizontal Direccional a una profundidad de 6 m; por lo tanto, ni la etapa de construcción, operación u otro, son elementos de riesgo para su permanencia o conservación.

Finalmente, a raíz de todo este análisis y valoración de los efectos de eventos de alto riesgo en las instalaciones con respecto a la integridad funcional de los componentes ambientales, se puede resumir que estos no serán de relevancia, debido a los siguientes factores:

1. El sistema ambiental, en conjunto con sus componentes y factores ambientales, específicamente en el área del proyecto no acumulará un daño mayor a lo ya identificado actualmente en el área, debido a que esta ya es un área modificada por las actividades antropogénicas realizadas actualmente y la construcción de la obra propuesta se hará respetando al máximo tal categoría de impacto.
2. La instalación contará con todas las medidas necesarias para evitar cualquier incidente de riesgo que ponga en peligro los componentes ambientales ya identificados.
3. La Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) considera en el diseño, construcción y operación de la instalación, las medidas predictivas, preventivas y correctivas para mantener en control cualquier escenario de riesgo y/o de peligro en las instalaciones, poniendo principal atención al escenario de un acto vandálico que es predominante actualmente en la región.
4. Implementación de tecnología e infraestructura que cumplen con la función de mitigar desviaciones operativas cuya frecuencia es baja, y prevenir cualquier incidente mayor.
5. Instalación con instrumentación que indique vía remota cualquier alteración operativa en el oleoducto y supervisados en el cuarto de control de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1.
6. Respeto al medio ambiente para no alterar el ecosistema terrestre y lagunar al realizar el tendido de la tubería por medio del método de Perforación Horizontal Direccional a una profundidad de 6 y 7 m.

Por lo tanto, desde el enfoque de efectos sobre los sistemas ambientales, el proyecto tiene un nivel de aceptación alto, considerando que el área donde se ubica, siempre ha tenido actividad petrolera y es parteaguas en la generación de fuentes de empleo para los habitantes que radican en los asentamientos relativamente cercanos al área del proyecto.

<b>XI. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....</b>	<b>1</b>
<b>XI.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS .....</b>	<b>1</b>
XI.1.1 Sistemas de seguridad.....	2
XI.1.2 Medidas preventivas.....	3

## **XI. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.**

### **XI.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS**

Tal y como se describió en el **Capítulo IX**, las metodologías de identificación de peligros aplicadas en función de la etapa en la que se encuentra el proyecto “**Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV**”, fueron el HAZOP y el ¿Que pasa sí? /What if? De la aplicación de estas metodologías, se definieron varias desviaciones apegadas a la operatividad de la instalación en el sistema ambiental que conforman el Área del proyecto, para las cuales también se definieron algunas recomendaciones en pro de la operación normal y segura de las instalaciones.

A continuación, se listan las recomendaciones técnico-operativas que se definieron durante el desarrollo del presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) a partir de los resultados de la aplicación de las metodologías HAZOP y ¿Qué pasa sí? Las recomendaciones se presentan agrupadas por áreas de competencia:

#### **En materia de seguridad en los procesos:**

1. Actualizar los planes tácticos y Programas de Respuesta a Emergencia (PRE´s) considerando estrategias de evacuación, rutas de escape y puntos de reunión de acuerdo con la nueva instalación, así como mantener su actualización y difusión.
2. Garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas ambientales durante toda la ejecución del proyecto (Ver **Capítulo VI** del presente estudio).
3. Aplicación de procedimientos operativos y de mantenimiento durante las diferentes etapas del proyecto.
4. Monitoreo de presiones por el personal operativo en campo.

#### **En materia de seguridad física (vigilancia terrestre/guardia/ celajes):**

5. Garantizar las acciones del personal de vigilancia o celajes terrestres para el aseguramiento de ductos, ante la frecuente exposición vandálica en la región.
6. Colocación de estructuras de protección (bardas y portones) en las instalaciones superficiales para evitar actos vandálicos.

### En materia de integridad de activos:

7. Asegurar el cumplimiento de los requerimientos de certificación de equipos críticos durante la toda la vida del proyecto.
8. Garantizar el adecuado soporte del oleoducto e instalaciones complementarias durante la etapa de la etapa de construcción.
9. Implementar programas de inspección para mantener la integridad mecánica del oleoducto.

Cabe mencionar que, la implementación de las medidas mencionadas estará enfocada a la prevención, control y/o mitigación de los eventos con posibilidad de ocurrencia, para minimizar o evitar daños al medio y a todos los receptores ambientales con el que la instalación interactúa.

Es importante puntualizar que la información base, para desarrollar el análisis fue la ingeniería de detalle del proyecto que está debidamente respaldada por las bases y cálculos de diseño, estudios topográficos y otros, por lo que las recomendaciones están directamente dirigidas a las etapas de vida del oleoducto. Por otro lado, al ser una obra a futuro, para la emisión de las recomendaciones, fue de suma importancia considerar la experiencia técnica y operativa adquirida del GMAER en el manejo de instalaciones similares.

#### XI.1.1 Sistemas de seguridad

Como se indicó en el **Capítulo IX**, el proyecto que se contempla en la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, en las cuales se señala que *la esencia de los proyectos se centran en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de PEMEX, la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los ecosistemas circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables*. Para lo cual, en el diseño y la construcción **de los sistemas de seguridad** se aplicarán todas las normas mexicanas o internacionales vigentes.

Durante la operación normal del oleoducto, las dos variables importantes a vigilar durante el transporte del aceite crudo son el Flujo y la Presión. Se contará con un

medidor de flujo instalado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 para contabilizar la producción enviada hacia el CPGLV, y este equipo estará provisto con un Transmisor y un Indicador de flujo en campo y monitoreado desde cuarto de control por los operarios. Entre otros instrumentos básicos de control de procesos, también contará con Indicadores de Presión. En la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 se contará con un Indicador de presión PI-01, corriente arriba del medidor de flujo y otro, PI-02, corriente abajo. En la interconexión con el **oleoducto de 10" Ø existente Rodador-CPGLV**, también se vigilará la Presión a través de un Indicador de presión, PI-07. Como medidas de mitigación, también tendrá válvulas de seccionamiento por ambos extremos.

El oleoducto es una infraestructura complementaria a la función de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1, por lo que los equipos destinados a ocuparse para atender cualquier eventualidad en éste, estarán coordinados desde esta instalación.

La longitud del oleoducto es relativamente corta, 1,128268 m, y cercano a la instalación de origen. El diseño se realizará con la premisa de garantizar la protección al medio ambiente, el personal, equipos e instalación, por lo tanto, como primera medida de seguridad, será la correcta vigilancia al Diseño de los ductos, accesorios e instrumentos contemplados en la construcción de la obra.

La Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), cuenta con los equipos necesarios para responder efectivamente en caso de eventualidad.

### **XI.1.2 Medidas preventivas**

Para garantizar la operación segura del oleoducto, PEMEX Exploración y Producción tiene contemplado llevar a cabo una serie de actividades operativas y de mantenimiento para prevenir mecanismos y/o modos de fallas que disminuyan la integridad del material. Las actividades, alcances técnicos y periodos de ejecución de las inspecciones y mantenimiento al oleoducto y su respectivo Derecho De Vía (DDV), se realizarán de acuerdo con procedimientos ya establecidos en el Activo de Producción Cinco.

#### **Mantenimiento.**

El mantenimiento debe realizarse mediante un programa previamente establecido, en el que se incluirán los trabajos requeridos conforme al tipo de mantenimiento (preventivo y/o correctivo) requerido en el ducto y su correspondiente derecho de vía.

Todos los trabajos de mantenimiento que se realicen, deben ser supervisados por personal calificado y con pleno conocimiento de los riesgos inherentes a los productos, materiales y equipo que se manejan, así como de la seguridad pública y del personal.

En caso de reparaciones, deben realizarse mediante un procedimiento calificado y aprobado por PEMEX y deben ser efectuadas por personal calificado en el trabajo de mantenimiento y con conocimientos de los riesgos a que se puede estar expuesto, utilizando maquinaria, equipos y materiales específicos para cada trabajo o actividad de reparación. Se deben seguir las recomendaciones de seguridad indicadas por PEMEX de acuerdo a su Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental (SSPA) y las recomendadas de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

<b>XII. RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>XII.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....</b>	<b>2</b>
<b>XII.2. SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.....</b>	<b>7</b>
<b>XII.3. INFORME TÉCNICO.....</b>	<b>10</b>

## **XII. RESUMEN**

En México se está llevando a cabo una transformación en el esquema de trabajo en materia de Energía. La industria petrolera se ha transformado y está dando pie a nuevas formas y metodologías administrativas y operativas para el aprovechamiento en su totalidad de los recursos energéticos. Actualmente, México cuenta con muchos campos petroleros maduros en los cuales la extracción de los hidrocarburos cada vez más requiere de mayores presupuestos, mayores inversiones e instalaciones para ser rentable a la industria.

Esto implica la integración de infraestructura nueva para su sostenimiento y cumplimiento con los objetivos de producción. Desde este enfoque, México ha optado por presentar un esquema administrativo y de índole participativo entre los interesados y los administradores de esta industria en el país.

PEMEX es una empresa de etiqueta internacional y una fortaleza para México bajo las condicionantes establecidas con el nuevo esquema operativo. Actualmente, PEMEX está buscando un mayor desarrollo y efectividad en la extracción y producción de hidrocarburos en la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), que está compuesta por campos de producción tipo maduro. Con la finalidad de tener contextualizado los objetivos que se buscan en esta área de producción, PEMEX cuenta con un Plan de Desarrollo en el cual manifiesta paso a paso el programa de trabajo de las obras a realizar como es el caso del proyecto **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**.

El Plan de Desarrollo para el Área contempla diseñar y construir instalaciones de producción, así como acondicionar instalaciones existentes y finalmente establecer la logística necesaria para el abandono del área al finalizar la vida útil de las instalaciones, y dejarla lo más parecido a lo indicado en los resultados de la Línea Base ambiental y lo observado y recomendado en la Manifestación de Impacto Ambiental.

El Plan de desarrollo ambiental de PEMEX en términos más específicos, establece todas las actividades a realizar considerando todos los ámbitos involucrados para que cada una de las obras contempladas, cumpla en su totalidad con las condicionantes y regulaciones que las leyes y normas ambientales establecen en México.

Con tal antecedente, el presente Análisis de Riesgo Ambiental contempla el análisis y evaluación de los efectos, alcances e interacciones que implica la construcción y operación del proyecto: **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**.

El oleoducto tiene la finalidad de transportar e integrar la producción de aceite crudo de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 al oleoducto Rodador-CPGLV. Interconexión ubicada a una distancia lineal de 1,098 m aproximadamente de la Batería. Por razones de trazo topográfico y selección del sitio adecuado del DDV, el oleoducto tiene una longitud de 1,128.27 m.

Por la distancia y topografía del área, la construcción del oleoducto contempla la Perforación Horizontal Direccional en un tramo de 1079.32 m y el esquema de excavación de zanja en los 48.94 m restantes

Ante todo, PEMEX tiene ya establecido medidas predictivas, preventivas y correctivas para que, durante todo el ciclo de vida de la instalación, su integración se lleve a cabo de una manera segura y socialmente responsable.

Como se ha mencionado anteriormente, PEMEX tiene instalaciones existentes bajo su responsabilidad, y la construcción y operación de esta nueva obra no es ajena a las actividades que ya realiza en el área de trabajo, por ello, sus medidas de atención ya han sido probadas y, por ende, muchas serán similares y/o complementarias para la atención del oleoducto.

Finalmente, con esta infraestructura nueva, con los acondicionamientos adecuados de instalaciones existentes y con el plan técnico y administrativo para reactivar la producción, es como PEMEX busca alcanzar los niveles de producción comprometidos para hacer este campo más productivo aún en su etapa madura.

## **XII.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL**

Después de hacer una revisión general de la ingeniería de detalle de la obra a desarrollar en la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M), de realizar un recorrido físico en el medio donde se localizará la instalación, de evaluar el alcance del ciclo de vida de la instalación con respecto al medio en donde se construirá, de identificar los peligros y su interacción con el ambiente, se puede puntualizar lo siguiente:

- Como parte del desarrollo y crecimiento en el sector hidrocarburo, PEMEX plantea el tiempo y la infraestructura necesaria para llevar a cabo la recuperación del hidrocarburo y cumplir con las metas para hacer rentable el campo.
- De acuerdo con el diagnóstico ambiental realizado en la Manifestación de Impacto Ambiental, estas áreas tienen las siguientes características:
  - **Clima:** Am (f), Cálido húmedo con intensas lluvias en verano.
  - **Temperatura:** La temperatura promedio de la zona es de 26.02 °C. El mes más caluroso es mayo con 28.9°C y el más frío es enero con 22.3 °C.
  - **Precipitación:** Precipitación promedio anual es de 2,478.5 mm, presentando las máximas precipitaciones en el mes de octubre con 475.2 mm y las mínimas en abril con 45.2 mm.
  - **Relieve:** Totalmente llano, caracterizado por zonas debajo de los 10 metros sobre nivel de mar. Además, se pueden observar sitios donde la superficie del terreno se encuentra en 0.84 metros por debajo del nivel medio del mar. Esto le confiere a la zona una dinámica de zona inundable.
  - **Sismos:** Se han presentado 46 sismos de diferentes magnitudes en un radio de 20 kilómetros a la zona del proyecto. De las cuales 35 son de magnitudes que no llegan a ser calculables, y los 11 restantes están en magnitudes que no han generado riesgos a las instalaciones existentes.
  - **Deslizamientos:** Por las características geológicas, de relieve y ubicación con respecto a volcanes, la zona del proyecto no presenta riesgo de deslizamiento, derrumbe o actividad volcánica.
  - **Inundaciones:** El municipio de Cárdenas, Tabasco ocupa el noveno lugar entre 17 municipios en índices de vulnerabilidad ante inundaciones, lo que incluye a la zona donde se realizará el proyecto, esto sugiere que debido al relieve y morfología de la zona el mayor riesgo de afectación está asociado con inundaciones.
  - **Suelo:** Tipo Histosol, que son suelos formados por materiales orgánicos en un 30% o más.
  - **Hidrología:** El sistema ambiental del proyecto se encuentra ubicado dentro de la región hidrográfica 29, el cuerpo de agua más cercano al proyecto se encuentra a 1.5 km de distancia. Las zonas vulnerables a inundaciones son las que más prevalecen en el área.
  - **Fauna:** En cuanto a la fauna, se registraron cinco especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el zopilote sabanero (*Cathartes burrovianus*), gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), perico pecho sucio (*Eupsittula*

nana), oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*) y tortuga pecho quebrado labios blancos (*Kinosternon leucostomum*), todos en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr). El resto de las especies registradas son de hábitos generalistas.

- **Flora:** En las áreas de construcciones superficiales, no se observaron especies vegetales enlistadas en alguna de las cuatro categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, predominando el tipo de vegetación pastizal. Si bien, hay presencia de manglar en la zona este no se verá afectado ya que se empleará el método constructivo de perforación horizontal direccional.
- Durante los recorridos por el área de estudio se observaron zonas donde se desarrollan actividades agropecuarias y agrícolas (actividad ganadera y cultivo), que de una u otra manera modifican la cobertura vegetal a sólo pastizales, cuya característica es su crecimiento rápido, a diferencia de los agrosistemas arbóreos que su crecimiento es más lento.
- **Paisaje:**  
La visibilidad del paisaje en la obra es alta debido al tipo de vegetación herbácea y a su llana topografía. Por su parte, la calidad del paisaje es buena, debido a que, aunque el área del trazo del proyecto se encuentra modificada, su contexto inmediato refleja una calidad ambiental alta, por la presencia de vegetación de manglar. Asimismo, la fragilidad de la zona de obra es baja debido a que es un sitio con presencia de infraestructura petrolera. Sin embargo, el escenario inmediato tiene una alta fragilidad por ser una vegetación compacta de manglar. En cuanto al paisaje natural que se aprecia en los predios donde se localizarán los proyectos, se concluye que no representa un valor paisajístico alto, pues se trata de un paisaje común, deteriorado de manera gradual por las actividades actuales.
- El valor que se le da a los predios donde se ubicará el proyecto no se considera con un valor específico; sin embargo, se registra casi nulo crecimiento, aunque en su mayoría son localidades rurales. El suelo no registra una plusvalía alta.
- La existencia de otras instalaciones en el área, ha provocado en la actualidad la existencia de una red de caminos de terracerías y carreteras que sirven de vía de comunicación entre instalaciones y entre algunos asentamientos humanos irregulares y de carácter rural.

- La existencia de estas instalaciones ha provocado el desarrollo de pequeños negocios y asentamientos irregulares sobre las carreteras principales de acceso al Campo Cinco Presidentes, más no así sobre los caminos de terracería de acceso a las instalaciones.
- La instalación nueva se construirá en una zona alejada de comunidades y asentamientos irregulares identificados en el área.
- Los escenarios de riesgo evaluados tienen su origen en la pérdida de contención, para los cuales PEMEX tiene considerado las medidas predictivas y preventivas para evitarlos, sumando mayores esfuerzos en la implantación de mayores medidas para el caso de los actos vandálicos que son factores comunes en la zona.
- De los escenarios simulados, se concluyó que los derrames son los que tienen mayor efecto sobre el medio, debido al grado de contaminación que puede ocasionar al suelo, si éste no es atendido en tiempo y forma. Sin embargo, PEMEX es partidario de un enfoque responsable hacia el medio ambiente, por lo que considera de forma rigurosa, contar con los equipos y medidas pertinentes para mitigar los eventos de derrames. Garantizándolo con la presencia de instalaciones ya existentes y preparadas para cualquier incidente de este tipo en el área.
- La evaluación del escenario con la característica de peor caso (ruptura total del oleoducto) tiene como resultado un incendio en forma de soplete o chorro de fuego que puede alcanzar la zona de alto riesgo con nivel de radiación de  $5 \text{ kW/m}^2$  en un radio de 89.82 m. y un radio de 128.79 m de distancia para un nivel de radiación de  $1.4 \text{ kW/m}^2$ , que representa a la zona de amortiguamiento o de seguridad para los receptores involucrados. Estas zonas ocasionan radios de afectación, que principalmente abarcan zonas completamente cubiertas de pastizales. Dentro del radio de cobertura de la Zona de Alto Riesgo por radiación térmica del evento de chorro de fuego (jet fire), se encuentran en mayor proporción, terrenos cubiertos de pastizales, pequeñas áreas con arbustos, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal y caminos de terracería que sirven de acceso a instalaciones del Activo de Producción Cinco Presidentes. Al ser un área con características similares, el área de la zona de amortiguamiento se encuentra integrada, aunque en mayor proporción, por los mismos elementos ambientales.

El nivel de sobrepresión por una explosión tardía en este escenario, su criticidad se da principalmente, por la distancia que la nube de vapores puede viajar para alcanzar su característica de explosiva. De acuerdo a la simulación de este evento con el software PHAST v 7.11, este resultó con un radio de afectación igual a 959.01 m, del cual 480 m corresponden a la distancia que la nube recorre hasta alcanzar las condiciones adecuadas para generar una explosión al tener contacto con un punto de ignición, y 479.01 m corresponde al radio en la cual se presenta la explosión con un nivel de sobrepresión igual a 1 PSI, que es lo que representa a la zona de mayor peligro. Dentro de esta zona de alto riesgo por sobrepresión se encuentran terrenos cubiertos de pastizales, áreas cubiertas de árboles, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal, camino de terracería que sirven de acceso a instalaciones del Activo de Producción Cinco Presidentes.

- Los radios considerados de alto riesgo causados por el viaje de una nube inflamable o explosiva pueden alcanzar, en algún momento dado y en función de las condiciones ambientales (cambio de dirección de vientos), el área de algunas concentraciones de vegetación (más no zonas pobladas, por las distancias a la que se encuentran). Sin embargo, considerando la dirección de los vientos reinantes, la probabilidad que se presente es muy baja. Tomando en cuenta esta posibilidad, PEMEX considera dentro de sus medidas la implementación de los equipos e instrumentación requeridos para detectar cualquier desviación operativa que dé lugar a un accidente de este tipo. Integrará a su Plan de Respuesta a Emergencias el nuevo oleoducto, para atender y mitigar los eventos que pudieran presentarse, de igual forma contempla tener una comunicación efectiva interna y externa para reducir los tiempos de atención a cualquier eventualidad. La existencia de instalaciones cercanas, favorece mucho la integración rápida de toda instalación nueva.
- Debido a la importancia del oleoducto y por ser una instalación vulnerable a actos vandálicos, PEMEX, contempla medidas preventivas que van desde los señalamientos de los derechos de vías, aplicación de protección anticorrosiva externa, protección catódica, monitoreo remoto de condiciones operativas en salidas y llegadas del ducto, vigilancia de condiciones en interfases tierra-aire, y celajes, aun cuando el DDV se encuentra cercano a la instalación y es fácilmente detectable cualquier actividad o incidente sobre el mismo.

Por todo lo manifestado en cuestión de integración al medio, medidas predictivas, preventivas y correctivas y del estatus ambiental actual en el área, se concluye en

el presente Análisis de Riesgo Ambiental que el proyecto de **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”** es completamente viable desde el punto de vista ambiental y social.

## **XII.2. SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL**

Considerando la magnitud del proyecto, el estatus de la ingeniería, así como el tipo de proceso (transporte) que se realizará en la instalación que conforma a la construcción del oleoducto, se definió que la metodología para identificar los peligros serían el HAZOP para analizar al ducto principal y el ¿Qué pasa sí? /What if (por sus siglas en inglés) para las actividades, condiciones específicas e instalaciones complementarias.

La metodología aplicada en conjunto con el personal involucrado con la ingeniería de detalle, personal conocedor de la operación de instalaciones similares en el campo y personal involucrado en la seguridad física, operativa e industrial, identificó que todas las desviaciones resultantes, tenían un factor común en su criticidad: la pérdida de contención del material.

La pérdida de contención en el ducto o en interconexiones, implica una fuga o un derrame del material y, por ende, una alteración al medio en donde se ubica. Por tal razón, para evaluar el nivel de riesgo al ambiente, se simularon escenarios en puntos de interés por su cercanía a cruce con camino de acceso, instalaciones superficiales expuesto a corrosión o golpes con maquinaria pesada, que representan puntos estratégicos para la instalación.

Es importante mencionar, que los escenarios resultantes se deben primordialmente a las condicionantes que tienen las metodologías de no considerar las salvaguardas, para con ello lograr enlistar una serie de situaciones que conlleven a identificar puntos vulnerables y que requieran de alguna medida a implementar, en caso de no tenerla y con ello tener un alcance en materia de medidas de seguridad, mayor y suficiente para prevenir o mitigar el nivel de riesgo y de impacto al medio dentro de la zona. Lo que permite, no descartar cualquier receptor que pueda estar interactuando directa o indirectamente con el oleoducto.

Al simularse los escenarios de radiación y sobrepresión, con las condiciones ambientales presentes en el área y operativas de las instalaciones, se obtuvieron distancias cuya cobertura de riesgo contemplan el daño por el derrame, incendio y/o explosión sobre áreas cubiertas de pastizales y pequeños manchones de arbustos. La distancia más grande de la zona de alto riesgo por radiación es de 142.45 m correspondiente al Caso Más Probable y para el caso de sobrepresión, vinculado al Peor Caso, la distancia es de 959.00 m, del cual 480 m corresponden a la distancia que la nube recorre hasta alcanzar las condiciones adecuadas para generar una explosión al tener contacto con un punto de ignición, y 479.01 m corresponde al radio en la cual se presenta la explosión con un nivel de sobrepresión igual a 1 PSI. Dentro de esta zona de alto riesgo por sobrepresión encontramos terrenos cubiertos de pastizales inducidos, áreas cubiertas de árboles, algunas áreas bajas con acumulación de agua de manera temporal, camino de terracería que sirve de acceso a instalaciones del Activo de Producción Cinco Presidentes. Lo descrito anteriormente se puede visualizar de manera más detallada y grafica con los diagramas de pétalos de cada uno de los eventos posibles en los escenarios evaluados, los cuales se presentan en el **Capítulo XIII, numeral XIII.2.9**. Aún bajo esta condicionante, como ya se mencionó, PEMEX tiene como requerimiento en sus bases de usuarios, contemplar todas las salvaguardas mencionadas en la metodología HAZOP y ¿Qué pasa sí? (**Capítulo XIII, numerales XIII.2.6 y XIII.2.7**), además de ser enlistadas en los **Capítulos X y XI** del presente análisis.

Los derrames en el oleoducto, son considerados como el evento de mayor posibilidad debido a actos vandálicos, golpes externos, condición del suelo o daños a la integridad del mismo por el tipo de material transportado y condiciones operativas presentes. Este escenario, actualmente se está reflejando como una problemática constante, no por su manejo o condiciones operativas, sino por los actos vandálicos que es una actividad que se acrecienta cada vez más en el área. Para ello, PEMEX considera reforzar las medidas predictivas y preventivas suficientes para atender los incidentes originados por situaciones operativas y aún más, reforzar e implementar medidas, equipos y programas de carácter correctivo, precisamente para atender los incidentes originados por la actividad delictiva.

Para atender los casos de derrames, PEMEX complementa su intervención con la activación de su Plan de Respuesta a Emergencias y el plan táctico para atención a derrames, que implica utilizar el personal necesario y equipos especiales para la contención del hidrocarburo, ya sea en cuerpos de agua o en terrenos inundables o no inundables.

Para detectar y evitar cualquier eventualidad que implique una desviación en la operación de las instalaciones, PEMEX requiere en la construcción de la misma, todas las medidas, equipos y dispositivos necesarios para prevenir incidentes de riesgos, independientemente del personal operativo capacitado que participará en el buen funcionamiento de las instalaciones.

Analizando todo lo anterior, se concluye que los riesgos ambientales a generar por la **“Construcción de un Oleoducto de 10”Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10”Ø Rodador-CPGLV”**, son completamente atenuados, tomando en cuenta todas las salvaguardas y medidas de índole predictivo y preventivo que requiere y establece para contar con instalaciones ambiental y socialmente responsables.

### XII.3. INFORME TÉCNICO

Tabla XII.1. Sustancias involucradas.

Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm <sup>2</sup> )	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
--	---------	-------------------------------	---------------	-----------------------------	-----------------------------	--	--------------	-------------------------------

**CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.**

Tabla XII.2. Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético				Unidad o equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión			
1	1	CMP01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF		X	X	X	OLEODUCTO	HAZOP y ¿Qué pasa sí?	Suelo, Flora y Fauna
2	2	PC01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-10"DEF		X	X	X	OLEODUCTO	¿Qué pasa sí?	Suelo, Flora y Fauna
3	3	CA01-OLE 10"Ø X 1.128-SEG1-2" DEF		X	X	X	OLEODUCTO	¿Qué pasa sí?	Suelo, Flora y Fauna

Tabla XII.3. Criterios utilizados.

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica		Otros Criterios
		IDHL	TLV <sub>8</sub>	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	PSI	PSI	kW/m <sup>2</sup>	kW/m <sup>2</sup>	
1	CMP01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	
2	PC01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-10" DEF	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	
3	CA01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-2"DEF	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	

Tabla XII.4. Estimación de consecuencias.

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> o kg)		Estado físico	Efectos Potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (Nota 1)	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		X 10 <sup>-5</sup>	X 10 <sup>-6</sup>
													Distancia (m) Nota (2)	Distancia (m) Nota (3)
1	CMP01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-0.75" DEF		X	51,413.40	kg	Líquido			X			PHAST 7.11	142.45	472.61
2	PC01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-10" DEF	X		3,856,934.40	kg	Líquido		X				PHAST 7.11	89.82	959
3	CA01-OLE 10" Ø X 1.128-SEG1-2"DEF		X	68,551.20	kg	Líquido			X			PHAST 7.11	82.67	134.42

Nota (1) Los datos corresponden solo a la zona de alto riesgo, no a la zona de amortiguamiento.

(2) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por radiación a 5 kw/m<sup>2</sup>.

(3) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por sobrepresión a 1 psi. Este valor no incluye la distancia al centro de explosión.

**EFFECTOS POTENCIALES:**

(C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación

**Tabla XII.5. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.**

<b>AÑO</b>	<b>MUNICIPIO/ ESTADO</b>	<b>INSTALACIÓN</b>	<b>SUSTANCIA INVOLUCRADA</b>	<b>EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE</b>	<b>NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)</b>	<b>ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN</b>	<b>Fuente</b>
2015	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 " y 12 "Ø de la Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km. 3+170	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio.	PEMEX Exploración y Producción
2015	Cárdenas, Tabasco	No especificado	Aceite crudo	Ruptura por corrosión	Derrame de hidrocarburo en dren lacustre.	Suspensión de bombeo, recuperación de crudo con bombas.	Tabascohoy.com
2015	Huimanguillo, Tabasco	No especificado	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio.	NOTIMEX
2015	Huimanguillo, Tabasco	No especificado	Aceite crudo	Ruptura por corrosión	Derrame de hidrocarburo en pastizales	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio.	elheroico. com
2016	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10 "Ø y 12 "Ø de la Batería Cinco Presidentes 2 – La Venta 80, km. 3+120	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2016	Huimanguillo, Tabasco	No especificado	Aceite crudo	Acto vandálico, robo de válvulas de seccionamiento	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y reemplazo de piezas faltantes, limpieza del sitio	sdpnoticias.com
2016	Cárdenas, Tabasco	Ex Oleoducto de 10" Ø Batería Cinco Presidentes No 1 y 2. (aproximadamente en la localización del pozo 12 de Cinco Presidentes)	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12" Ø, km. 5+180	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción

AÑO	MUNICIPIO/ ESTADO	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	Fuente
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 10" Ø fuera de operación, Batería CP2 - margen izquierda del Río Chicozapote	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de agua-aceite en terreno bajo inundable.	Limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. Oleoducto telescopiado de 8"-10"-12" Ø km 3+120 (ducto de 8" Ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12" Ø, km 3+120 metros (ducto de 8" Ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	D.D.V. del oleoducto telescopiado de 8"-10"-12" Ø, km 3+120 metros (ducto de 8" Ø)	Aceite crudo	Acto vandálico. Aflojar grampa provisional.	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Reapriete de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	DDV Oleoducto telescopiado de 8", 10" y 12 "Ø, Batería Cinco Presidentes 2 -CPGLV, km. 2+100, 4+100	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras marinas, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10" y 12 "Ø, Batería Cinco Presidentes 2 -CPGLV, km. 2+200	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras marinas, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2017	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto telescopiado de 8", 10" y 12 "Ø, Batería Cinco Presidentes 2 -CPGLV, km. 2+150	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, colocación de barreras marinas, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción

AÑO	MUNICIPIO/ ESTADO	INSTALACIÓN	SUSTANCIA INVOLUCRADA	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	Fuente
2018	Cárdenas, Tabasco	Trampa de envío de Oleoducto de 10" ø Batería 5p 2-CPGLV	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2018	Cárdenas, Tabasco	Old Bat 5 p 2-TDR LV 80 10" ø x10.433 km	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2018	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 8"Ø fuera de operación perteneciente a Cinco Presidentes hacia la trampa LV 80 ubicada a 50 m aproximadamente de la entrada a la pera del pozo CP 950.	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2019	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto 8"Ø Bat 5 Pres 5-Bat 5 Pres 2 (entre el pozo 5 Pres 30 y 5 Pres 157)	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2019	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto Telescopiado Batería Cinco Presidentes 2 - CPGLV, km 0+800 y 0+820	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2020	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 10"ø Cinco Presidentes a CPGLV.	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción
2020	Cárdenas, Tabasco	Oleoducto de 8-10"Ø Batería de separación Cinco Presidentes 2 Km 6+100.	Aceite crudo	Acto vandálico. Corte con segueta	Derrame de hidrocarburo en terreno bajo inundable.	Suspensión de bombeo y colocación de grampa provisional, limpieza del sitio	PEMEX Exploración y Producción

<b>XIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL .....</b>	<b>1</b>
<b>XIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
XIII.1.1. Planos de localización. ....	1
XIII.1.2 Fotografías .....	2
XIII.1.3 Videos.....	9
<b>XIII.2 OTROS ANEXOS.....</b>	<b>10</b>
XIII.2.1 Hoja de datos de seguridad del aceite crudo .....	10
XIII.2.2 Diagrama de Tubería e Instrumentación DTI-803-ING-043-A-401 ...	17
XIII.2.3 Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).....	18
XIII.2.4 Guías de referencia Petróleos Mexicanos (PEMEX) 800-16400-DCO-GT-75 y GO-SS-TC-0002-2015. ....	26
XIII.2.5 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI-803-ING-043-A-401) nodalizado .....	27
XIII.2.6 Hojas de trabajo de la aplicación de la metodología HAZOP. ....	28
XIII.2.7 Hojas de trabajo de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? (What If?).....	32
XIII.2.8 Informe Técnico del Análisis de Riesgo del oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km .....	46
XIII.2.9 Simulaciones PHAST .....	52
<b>XIII.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>

### XIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

#### XIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

XIII.1.1. Planos de localización (Plano de Trazo y Perfil D-803-ING-043-Q-200, Rev. 0, Esc. 1:1000).

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

### XIII.1.2 Fotografías

- Mapa de ubicación de puntos para la toma fotográfica del Análisis de Riesgo Ambiental del oleoducto de 10"Ø x 1+ 128.27 km.

IMAGEN CON LA UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA). INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

- Memoria fotográfica

Las memorias fotográficas resultan esenciales para garantizar el análisis y revisiones posteriores y a decir de diferentes autores, deben formar parte de todo estudio y/o trabajo profesional. Sus características hacen que aporte valor en cuanto a elementos fiscales, históricos, informativos, administrativos, científico-tecnológico, probatorio, testimonial, entre otros. Este registro de hechos documentados, es organizado y presentado de forma clara y precisa, permitiendo así un entendimiento instantáneo de lo que se desea transmitir.

El desarrollo del presente documento como parte del Análisis de Riesgo Ambiental, Modalidad Ductos Terrestres, de la Asignación Cinco Presidentes (A-0092-M) para el proyecto **“Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”**, tiene como objetivo, evidenciar las condiciones actuales de los sitios más vulnerables desde el punto de vista de Riesgo Ambiental (Puntos de Interés, PDI) para fundamentar las conclusiones y recomendaciones resultantes de la evaluación de la interacción entre el área y las instalaciones.

Para cada imagen en esta memoria, se describirán los hallazgos, rasgos importantes o puntos específicos que se requiere enunciar y puntualizar, considerando el tipo de estudio en cuestión. La redacción de la descripción de cada fotografía se empezará con una nomenclatura que la hará trazable en cualquier mención que se haga de ella en los reportes del estudio.

Esta nomenclatura estará configurada de la siguiente manera:

**Foto AF-O10X1.128\_1. Vista general de.....**

Que significa:

Foto + Anexo Fotográfico (AF) + Guión + Tipo de ducto (O) + Diámetro (10) + Signo de multiplicación (X) + Longitud del ducto (0.3) + Guión bajo + Consecutivo de la fotografía + Punto + Espacio + Descripción de la imagen.

La memoria fotográfica cuenta con 6 fotografías.

Las fotografías que se muestran en este anexo corresponden al recorrido realizado en el área del proyecto y complementada con la información proporcionada por los supervisores del Activo de Producción Cinco Presidentes.

Este anexo se complementa con el **mapa de ubicación de puntos para la toma fotográfica del Análisis de Riesgo Ambiental del oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km**, presentado previamente, en el que se indican los puntos y direcciones de las tomas fotográficas.



**Foto AF-O10X1.128\_1.** Área del terreno donde tendrá el Punto de partida el oleoducto de 10" Ø x 1+128 km que limita con la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1. Es un área sin vegetación de relevancia. Este punto se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas UTM

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.**



**Foto AF-O10X1.128\_2.** Vista panorámica de la zona cerca del km 0+029 del trazo con el proyecto de “Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV” tomada en dirección este  
Se aprecia zona baja inundable cubierta de pastizal inducido para la práctica de la ganadería y, árboles dispersos alineados en cercos vivos.

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA),  
INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113  
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.**



**Foto AF-O10X1.128\_3.** Vista de los postes que sirven de señalamientos del DDV a orilla del cruce con camino de terracería del oleoducto en el km 0+374 de la obra "Oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV". La vegetación dominante es pastizales con árboles dispersos alineados en cercos vivos. La toma fue realizada en dirección oeste en las coordenadas [REDACTED]

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.**





**Foto AF-O10X1.128\_5.** Zona de lingadas para la direccional del oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km. La toma fue realizada en dirección sur en las coordenadas [REDACTED]. La zona está cubierta por vegetación hidrófita, arbustos y árboles propios de zonas inundables.

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.**



**Foto AF-O10X1.128\_6.** Paisaje predominante en el punto de llegada del oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km. La toma fue realizada en dirección sur en las coordenadas [REDACTED]. En la parte posterior de la interconexión se aprecia una zona cubierta por vegetación hidrófita y a una distancia de 30 m aproximadamente, una zona de concentración de arbustos y árboles, propias de las zonas inundables.

**COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.**

### **XIII.1.3 Videos**

Este apartado no aplica, ya que no se requirió de toma de videos para el presente estudio.

### XIII.2 OTROS ANEXOS

#### XIII.2.1 Hoja de datos de seguridad del aceite crudo

	<b>COORDINACION DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

#### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

SECCIÓN I. DATOS GENERALES								
HDSS:	002	Crudo Istmo				Grado de riesgo NFPA		
Nº. ONU:	1267	Nº. CAS	8002-05-09			4	Severo	
Fecha elab:	2012-08-31	Rev:	1	Fecha rev:		2012-09-28	3	Serio
							2	Moderado
						1	Ligero	
						0	Mínimo	
<b>ANTES DE MANEJAR, TRANSPORTAR O ALMACENAR ESTE PRODUCTO, DEBE LEERSE Y COMPRENDERSE LO DISPUESTO EN EL PRESENTE DOCUMENTO</b>								
<b>Fabricante:</b>				<b>Asistencia técnica</b>				
Nombre: PEMEX Exploración y Producción Dirección: Marina Nacional 329, Col Huasteca México D.F., C.P. 11311 Teléfono: 01-993-310 62 62 (ext. 25050)				Responsable de SIPA en la CTDH-SAD Teléfonos:				
<b>En caso de emergencia llamar a SETIQ: (las 24 horas)</b>				<b>En caso de emergencia llamar a CENACOM: (las 24 horas)</b>				
En el interior de la Republica: 01-800-00-214-00 En el Distrito Federal: 5559-1588 Para llamadas originadas en cualquier otra parte llame a (011-52) 5559-1588				En el interior de la Republica: 01-800-00-413-00 En el Distrito Federal: 5550-1496, (4885, 1552, 1485) Para llamadas originadas en cualquier otra parte llame a (011-52) 5550-146, (4885, 1552, 1485)				

SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO			
Familia química:	Familia de hidrocarburos	Estado físico:	Líquido
Nombre químico:	Petróleo Crudo istmo	Clase de riesgo de transporte SCT 6 :	3
Nombre común:	Crudo Istmo	Nº. de Guía de Respuesta GRE 7	128
Sinónimos:	Aceite crudo istmo		
Descripción general:	Líquido espeso		

SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES											
Componente	% Vol.	Nº. ONU	Nº. CAS	PPT (ppm)	CT (ppm)	IPVS (mg/m <sup>3</sup> )	P (ppm)	Grado de riesgo NFPA			
								S	I	R	E
Mezcla de hidrocarburos	99%	1267	09-05-8002					1	3	0	-

	<b>COORDINACIÓN DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

#### SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Peso Molecular	278	pH	N/D
Temperatura de ebullición (°C)	538	Color	Calé
Temperatura de fusión (°C)	-91	Olor	Desagradable
Temperatura de inflamación (°C)	N/D	Velocidad de evaporación	N/D
Temperatura de auto ignición (°C)	N/D	Solubilidad en agua	Insoluble
Presión de vapor (kPa)	N/D	% de volatilidad	N/D
Peso Especifico:	0.860 @ 60 /60 °F; 0.856 @ 20/4 °C	Límites de explosividad inferior -superior	N/D

#### SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN

**Fuego:** Considerado para ser un riesgo de incendio.

**Explosión:** Considerado para ser un riesgo de explosión.

**Medio extintor de incendio:** Usar niebla de agua, espuma: CO<sub>2</sub>, Polvo químico seco.

**Información especial:** Ante la presencia de un fuego, usar ropa protectora adecuada y un equipo de respiración autónoma, de protección facial completa, operado a la presión adecuada.

**Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios:** Alejar contenedores del incendio, en caso de poder hacerlo sin riesgo. Mantener mediante agua, fríos los contenedores expuestos al incendio aun después de que fuese extinguido. Mantenerse alejado. Para incendio masivo, utilice soportes fijos para manguera o boquillas reguladoras; si esto no es posible retírese y permita que arda. Retirarse inmediatamente en caso de un sonido intenso en el dispositivo de seguridad o de cualquier decoloración en recipientes o en líneas de conducción del producto debido al incendio.



**Equipo de protección personal para el combate de incendios:**

**Condiciones que conducen a otros riesgos especiales:** N/D

**Productos de la combustión nocivos para la salud:** - Los hidrocarburos al quemarse producen altas cantidades de óxidos de carbono.

**Descomposición en componentes o productos peligrosos:** Desprende vapores altamente combustibles, ácido sulfhídrico y óxidos de carbono.

 <b>PEMEX</b> EXPLORACION Y PRODUCCION <sup>®</sup>	<b>COORDINACION DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

#### SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Estable. Evite el contacto o almacenamiento con sustancias incompatibles, calor, flamas o fuentes de ignición.

**Riesgosos:** Por descomposición térmica desprende vapores altamente combustibles, ácido sulfhídrico y óxidos de carbono.

**Polimerización:** No ocurrirá.

**Condiciones a evitar:** El Petróleo crudo no presenta reacciones de polimerización. No requiere cuidados especiales.

**Incompatibilidad (Substancias a evitar):** Evite el contacto con tetraóxido de nitrógeno ya que ocurre explosión violenta al calentarse a 52 °C; así como con todo material fuertemente oxidante debido a que se podrían presentar riesgos de incendio.

#### SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD

**Limite permisible de exposición (PEL):** TLV 8 Hrs.: 5 Mg / M3, TLV 15 Hrs.: 10 Mg/ M3.

**Consejos de prudencia:** Descomposición de componentes peligrosos: Por descomposición térmica desprende vapores altamente combustibles, ácido sulfhídrico y óxidos de carbono.

**Efectos de exposición:**

**Inhalación:** La inhalación de sus vapores causa daños e irritación al tracto respiratorio, causando infecciones secundarias, arritmia cardiaca, dolor de cabeza.

**Ingestión:** Puede causar daños en el pulmón, contaminación de sangre, arritmia y dolores en el sistema digestivo, cambios en el estado de ánimo.

**Contacto con la piel:** El contacto sobre cortos periodos puede causar irritación local, el enrojecimiento y dolor.

**Contacto con los ojos:** Visión borrosa, irritación, lagrimeo, comezón y contracción de las pupilas.

**Exposición crónica:** El crudo es dañino y puede tener efectos adversos a la salud si cuenta con una concentración de ácido sulfhídrico superior a los 10 ppm mg/m<sup>3</sup>.

**Agravante de condiciones preexistentes:** La inhalación de vapores que contienen sulfhídrico o mezcla puede ocasionar asma, inflamación o dañar la fibra pulmonar.

**TOXICIDAD:**

**Epidemiología:** Información no encontrada.

**Teratogenicidad:** Información no encontrada.

**Efectos de reproductividad:** Información no encontrada.

**Neurotoxicidad:** Si el crudo tiene una alta concentración de sulfhídrico, puede causar Lesiones cerebrales, convulsiones, inconsciencia y muerte.

**Examen de toxicidad:** Información no encontrada.

<b>Consideraciones especiales:</b>		
Substancia carcinogénica	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Substancia mutagénica:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Substancia teratogénica	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Otras**:	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

**Especifique\*:**

**Notas:**

 <b>PEMEX</b> <small>EXPLORACION Y PRODUCCION</small>	<b>COORDINACION DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS**

<b>Información complementaria:</b>	
CL <sub>50</sub> =	DL <sub>50</sub> =
<b>Otra información:</b>	
<b>Procedimiento de emergencia y primeros auxilios</b>	
<p>El personal médico que atienda las emergencias debe tener en cuenta las características de las sustancias involucradas y tomar sus precauciones para protegerse a sí mismo.</p> <p><b>Inhalación:</b> Remover al afectado a un área de aire fresco, mantenga la presión arterial y proporcione oxígeno de ser necesario. Manténgalo caliente y en descanso. Proporcionar atención médica inmediata.</p> <p><b>Ingestión:</b> No induzca al vomito, mantenga la cabeza del afectado más baja que las caderas, proporcione atención médica inmediata.</p> <p><b>Contacto con la piel:</b> Remueva la ropa del afectado inmediatamente. Lavar la piel con agua abundante y jabón. Proporcionar atención médica inmediata.</p> <p><b>Contacto con los ojos:</b> Lavar la parte afectada con agua hasta no quedar evidencias de crudo. Proporcionar atención médica inmediata.</p>	

**SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME**

<p><b>Procedimiento, precauciones y métodos de mitigación en caso de fuga o derrame:</b> Notificar inmediatamente a su superior. Detectar la fuente de origen. Si no corre riesgo al hacerlo, detenga la fuga. Evacue el área. Ventilar el área de derrame o fuga. Usar ropa protectora con equipo de respiración apropiada. Evitar que este afecte cuerpos de agua y zonas protegidas.</p> <p><b>Llamar primeramente al número telefónico de respuesta en caso de emergencia.</b></p> <p><b>Recomendaciones para evacuación:</b> N/D</p>
---

**SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL EN CASO DE EMERGENCIA**

<p><b>Ventilación:</b> Un sistema local de extracción general es recomendado para asegurar a los empleados, a niveles bajos de exposición tanto como sea posible.</p>
---

 EXPLORACION Y PRODUCCION	<b>COORDINACION DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN (Aplicable para grandes cantidades).							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Nº. ONU:</td> <td style="text-align: center;">1267</td> </tr> <tr> <td>Clase de riesgo de transporte</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Guía de respuesta en caso de emergencia</td> <td style="text-align: center;">128</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la norma NOM-004-SCT/2000 y empleando cualquiera de los dos modelos que se muestran en el recuadro de la derecha.</p>	Nº. ONU:	1267	Clase de riesgo de transporte	3	Guía de respuesta en caso de emergencia	128	 
Nº. ONU:	1267						
Clase de riesgo de transporte	3						
Guía de respuesta en caso de emergencia	128						
<p>1.- Las unidades de arrastre de auto transporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben cumplir lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.</p> <p>2.- Las unidades de auto transporte y ferroviarias empleadas en el transporte de sustancias peligrosas, deben usar carteles de identificación; y deben portar el número con el que las Naciones Unidas clasifica al producto que se transporta. Estas indicaciones deben apegarse a los modelos que se indican en la NOM-004-SCT-2000.</p> <p>3.- Antes de iniciar las operaciones de llenado, debe verificarse que el contenedor esté vacío, limpio, seco y en condiciones apropiadas para la recepción del producto.</p> <p>4.- Todos los envases y embalajes; así como las unidades destinadas al transporte terrestre de productos peligrosos, deben inspeccionarse periódicamente para garantizar sus condiciones óptimas. Para fines de esta inspección, deben emplearse como referencia las Normas Oficiales Mexicanas aplicables de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre las que se puede citar la NOM-006-SCT2-2000.</p> <p>5.- Esta Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias, debe portarse siempre en la unidad de arrastre.</p> <p>6.- Para las regulaciones de transportación de hidrocarburos se cumplirá con lo estipulado en las normas de pemex2.421.01 relativa a los sistemas de tuberías de transporte y recolección de hidrocarburos (1ª y 2ª parte), norma 3.421.01 relativa a los sistemas de transporte de petróleo crudo por tubería (1ª y 2ª parte) y la norma 3.421.02 relativa a los sistemas de transporte de petróleo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CLASE RIESGO : LIQUIDO INFLAMABLE</li> <li>• N° DE LA ONU: 1267</li> <li>• GUIA DE RESPUESTA: 128</li> <li>• AÑO DE EDICIÓN: 1996</li> </ul>							

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Acción ecológica:</b> En caso de un derrame evitar que este afecte cuerpos de agua y zonas protegidas.</li> <li>• <b>Toxicidad al ambiente:</b> Información no encontrada.</li> </ul>

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO
<p><b>Equipo de seguridad para manipulación del reactivo</b></p> <p><b>Respiradores personales:</b> Debe ser usado un respirador para vapores orgánicos. Para las emergencias o instancias donde no son conocidos los niveles de exposición, usar un respirador de cubierta facial completa, con suplemento de aire de presión positiva. <b>PRECAUCIÓN:</b> Los respiradores de tipo purificadores de aire, no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.</p> <p><b>Protección de la piel:</b> Usar guantes protectores, incluyendo botas, basta de laboratorio, mandil y el equipo necesario para evitar el contacto.</p> <p><b>Protección ocular:</b> Usar goggles para protección ocular y/o cubierta de protección facial completa. Conservar cerca del lugar de trabajo un equipo de lavado ocular.</p>

	<b>COORDINACIÓN DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ACEITES</b> REGIÓN SUR SECTOR AGUA DULCE LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS
---	--

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS**

**Códigos de seguridad:**

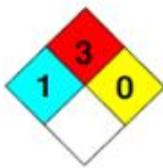
			
---	---	---	---

**Precauciones de almacenamiento y manejo**

**General:** Evitar almacenamiento con sustancias incompatibles. Utilizar el equipo de protección personal apropiado.

**Transportación:** Para las regulaciones de transportación de hidrocarburos se cumplirá con lo estipulado en las normas de pemex 2.421.01 relativa a los sistemas de tuberías de transporte y recolección de hidrocarburos (1ª y 2ª parte), norma 3.421.01 relativa a los sistemas de transporte de petróleo crudo por tubería (1ª y 2ª parte) y la norma 3.421.02 relativa a los sistemas de transporte de petróleo.

**Código NFPA:**



**Códigos JT-BAKER:**

SAÚDE LEVE 1	INFLAMABILIDAD SEVERO 3 	REACTIVIDAD NINGUNA 0	CONTACTO LEVE 1
--------------------	---	-----------------------------	-----------------------

**Símbolos de peligro químico:**



(Inflamable)

<b>Zona de almacenaje:</b>	<b>Color:</b>	<b>Para productos:</b>
	Rojo para reactivos inflamables.	

**SECCION XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL**

**FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1). NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo". NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral".
- (2). NOM-004-SCT-2000 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos". "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
- (3). NOM-006-SCT2-2000 "Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos".
- (4). ACGIH: "Threshold Limit Values for Chemical Substance and Physical Agentes & Biological Exposure Indices", 2002.
- (5). NIOSH: "Pocket Guide to Chemical Hazards", "International Chemical Safety Cards".

	<b>COORDINACION DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE ACEITES</b> <b>REGIÓN SUR</b> <b>SECTOR AGUA DULCE</b> <b>LABORATORIO CERTIFICADOR DE ACEITE PALOMAS</b>
---	---

### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUBSTANCIAS

<sup>(6)</sup>: NFPA 325 "Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids", 1994 OSHA: "Permissible Exposure Limits", 1988.

#### ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- **ONU**: Número asignado por la Organización de las Naciones Unidas.
- **CAS**: Número asignado por la Chemical Abstracts Service.
- **NFPA**: National Fire Protection Association.
- **SETIQ**: Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química.
- **CENACOM**: Centro Nacional de Comunicación. (Protección Civil).
- **SCT**: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- **GRE**: Guía de Respuesta a Emergencia.
- **LMPE-PPT**: Límite Máximo Permisible de Exposición Promedio Ponderada en el Tiempo (TWA, siglas en inglés). 9 LMPE-CT: Límite Máximo Permisible de Exposición de Corto Tiempo (STEL, en inglés).
- **IPVS**: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud. (IDLH, siglas en inglés).
- **P**: Límite Máximo Permisible de Exposición Pico.
- **S**: Grado de riesgo a la Salud.
- **I**: Grado de riesgo de Inflamabilidad.
- **R**: Grado de riesgo de Reactividad.
- **E**: Grado de riesgo Especial.
- **CL<sub>50</sub>**: Concentración Letal Media.
- **DL50**: Dosis Letal Media.
- **NA**: No Aplica.
- **ND**: No Disponible.

NIVEL DE RIESGO						
	Grado	(S) RIESGO A LA SALUD	(I) RIESGO DE INFLAMABILIDAD	(R) RIESGO DE REACTIVIDAD	(E) RIESGO ESPECIAL	
	4	Fatal.	Extremadamente inflamable.	Puede detonar.	OXY	Oxidante
	3	Extremadamente Riesgoso.	Inflamable.	Puede detonar pero requiere fuente de inicio.	ACID	Acido
	2	Ligeramente Riesgoso.	Combustible.	Cambio químico violento.	ALK	Alcalino
	1	Riesgoso.	Combustible si se calienta.	Inestable si se calienta.	CORR	Corrosivo
	0	Material Normal.	No se quema.	Estable.	W	No use agua
<i>Estas señales las puede observar en la etiqueta del contenedor de la sustancia y/o en la hoja original del fabricante.</i>						Material Radiactivo

CONTROL DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO
0		
1		
2		
3		
4		

### XIII.2.2 Diagrama de Tubería e Instrumentación DTI-803-ING-043-A-401

Como herramienta en la aplicación de las metodologías HAZOP y ¿Qué pasa sí?, se hizo uso del Diagrama de tubería e Instrumentación del oleoducto, señalando e identificando de manera coloreada el nodo en estudio.

IMAGEN CON LA UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA).  
INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP  
Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.

### XIII.2.3 Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER)

- Acta Constitutiva de conformación del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).




---

**ACTA CONSTITUTIVA DEL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (GMAER) PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO, MODALIDAD DUCTOS TERRESTRES**

En la ciudad de Agua Dulce, Veracruz, México, siendo las 10:00 horas del día martes 26 de mayo de 2020, se reunieron en las Oficinas del Activo de Producción Cinco Presidentes, ubicadas en Boulevard Azteca s/n, Col. Pemex, C.P. 96660, el personal del Activo para constituir el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER) que habrá de efectuar la elaboración del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres.

**OBJETIVO:**

Constituir el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER) que habrá de efectuar la elaboración del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres de los proyectos considerados.

**ALCANCE:**

El GMAER constituido para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental, participará para el análisis del proyecto del que se indica:

- "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"
- "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 0.309405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"

La elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental será en cumplimiento del marco normativo siguiente:

- **GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD DUCTOS TERRESTRES**

Se usarán como referencia los siguientes documentos, sin ser limitativos ni enunciativos:

- *NORMA Oficial Mexicana NOM-009-ASEA-2017, Administración de la Integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.*
- *Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente, para el transporte terrestre por medio de ductos de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.*
- *Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad de los procesos y equipos críticos que manejan sustancias químicas peligrosas. NOM-028-STPS-2012.*
- *Norma de Referencia de Análisis de Riesgos. NRF-018-PEMEX-2014.*
- *Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los Proyectos y/o instalaciones de Pemex Exploración y Producción. GO-SS-TC-0002-2015.*
- *Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Procesos. 800-16400-DCO-GT-75 Rev 2 2015.*
- *Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos. DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1\_2011.*

El grupo multidisciplinario estará integrado:

**Por SYCEC:**

ASISTENTES	DEPARTAMENTO ÁREA	CORREO	ESPECIALISTA	FIRMA
<b>NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FÍSICAS, INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.</b>				

Página 1 de 2

**ACTA CONSTITUTIVA DEL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS (GMAER) PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO, MODALIDAD DUCTOS TERRESTRES***Por PEMEX:*

ASISTENTES	DEPARTAMENTO ÁREA	CORREO	ESPECIALISTA	FIRMA
<b>NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FÍSICAS, INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.</b>				

- Lista de asistencia del GMAER durante las sesiones HAZOP y ¿Qué pasa sí?/(What If?).



LISTA DE ASISTENCIA



POR EL RESCATE DE LA SOBERANÍA

<b>Asunto:</b>	Reunión para llevar acabo sesión de trabajo para el desarrollo de la metodología HAZOP y ¿QUE PASA SÍ? para la obra: "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 0.309405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV" y Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV.		
<b>Objetivo:</b>	Llevar acabo sesión de trabajo para el desarrollo de la metodología HAZOP y ¿QUE PASA SÍ? para la obra: "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 0.309405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV" y Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV como parte del Estudio de Riesgo Ambiental de la obra.		
<b>Fecha:</b>	26 de mayo de 2020	<b>Lugar:</b>	Oficinas del Activo de Producción Cinco Presidentes, Agua Dulce, Ver.
	10:00 a 12:00 hrs. Oleoducto de 10" Ø x 0.309405 km.		
	12:15 a 14:30 hrs. Oleoducto de 10" Ø x 1.128 km.		

**ASISTENTES**

Nombre:	Compañía:	Cargo:	Email:	Firma:
NOMBRES Y FIRMAS DE PERSONAS FÍSICAS, INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 116 PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.				

- Presentación de Homologación de criterios



## ESTUDIO DE RIESGO (ER) MODALIDAD DUCTOS TERRESTRES

“Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”

“Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 0.309405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”



## ÍNDICE



OBJETIVO

ALCANCE

**CONFORMACIÓN DEL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE ANÁLISIS Y MARCO**

NORMATIVO

**METODOLOGÍAS**

**EVALUACIÓN DE RIESGOS**

ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL INFORME GENERAL

## OBJETIVO

**Presentar los criterios, alcance, herramientas, metodologías y formatos del análisis, para cubrir los elementos exigidos en el Marco Normativo, para el desarrollo del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para los oleoductos de 10”**

## ALCANCE

**Elaboración del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para los proyectos:**

“Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 1.128268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”

“Construcción de un Oleoducto de 10” Ø x 0.309405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con Oleoducto de 10” Ø Rodador-CPGLV”

De acuerdo a la fracción XXI, del artículo 3 de las **DISPOSICIONES** administrativas de carácter general que establecen los **Lineamientos** en materia de **Seguridad Industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el transporte terrestre por medio de ductos de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.**

**Ductos:** Las tuberías e instalaciones para el transporte de **Hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, así como para la distribución de petrolíferos y Gas natural.**



## GMAER



La Integración del **Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos** se realiza en cumplimiento a lo señalado en:

- **Anexo I, Elemento II, Requisito 4** de las “DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican”, que a la letra dice:

**4. Equipo organizacional para el Análisis de Riesgos: Los Análisis de Riesgos deben ser realizados por grupos multidisciplinarios con conocimientos en ingeniería, operaciones, diseño, proceso, seguridad, medio ambiente y otras especialidades según proceda, capacitados y con experiencia en la metodología que se emplea.**



## MARCO NORMATIVO



DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el transporte terrestre por medio de ductos de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.



## MARCO NORMATIVO

### GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD DUCTOS TERRESTRES

Estudio de Riesgo (ER), Modalidad Ductos Terrestres aplica para proyectos nuevos que no se encuentren en operación y requieran autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental, ya sea en su Modalidad Particular o regional, y que involucren el manejo de sustancias o desarrollo de actividades consideradas como altamente riesgosas.

## Selección de las Metodologías

### Método Cualitativo

#### 1.6.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Con base en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), identificar los riesgos en cada una de las áreas que conforman el proyecto, mediante la utilización de alguna metodología, por ejemplo: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp); Análisis de Modo Falla y efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma.





# IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS



## HAZOP:

*Variables de operación*

## What if?:

*Etapas del proyecto*

**NOM-009-ASEA-2017**





# EVALUACIÓN DE RIESGO



**Categorías para evaluar las consecuencias de los escenarios de riesgo.**

**Categorías para evaluar las frecuencias de los escenarios de riesgos.**

Clasificación	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia/Año
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en el año.	$\geq 1.0$ ( $\geq 1 \times 10^0$ )
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	$\geq 0.2$ a $< 1.0$ ( $\geq 2 \times 10^{-1}$ a $< 1 \times 10^0$ )
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$\geq 0.1$ a $< 0.2$ ( $\geq 1 \times 10^{-1}$ a $< 2 \times 10^{-1}$ )
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	$\geq 0.01$ a $< 0.1$ ( $\geq 1 \times 10^{-2}$ a $< 1 \times 10^{-1}$ )
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la Vida Útil de la instalación	$\geq 0.001$ a $< 0.01$ ( $\geq 1 \times 10^{-3}$ a $< 1 \times 10^{-2}$ )
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	$\geq 0.0001$ a $< 0.001$ ( $\geq 1 \times 10^{-4}$ a $< 1 \times 10^{-3}$ )

FUENTE: GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.9.1.

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al Personal	Efectos en la Población	Impacto Ambiental	Pérdida o deterioro de la Producción (URD)	Daños a la Instalación (URD)
6 (Catastrófica)	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 10 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 30 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 10 fallecidos.	Se paraliza la producción o se detiene con efectos fuera de los límites de la instalación. El control de emergencia es mayor a 1 semana.	>500 000,000 >500 000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 2 a 10 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 2 a 10 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 2 a 10 fallecidos.	Se paraliza la producción o se detiene con efectos fuera de los límites de la instalación. El control de emergencia es de 1 día a 1 semana.	>50 000,000 a 500 000,000
4 (Serio)	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 1 a 2 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 1 a 2 fallecidos.	Lesiones o daños fatales que pueden generar más de 1 a 2 fallecidos.	Se paraliza la producción o se detiene con efectos fuera de los límites de la instalación. El control de emergencia es de 1 día.	>10 000,000 a 50 000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños fatales que pueden generar una o más lesiones o incapacidades.	Lesiones o daños fatales que pueden generar una o más lesiones o incapacidades.	Lesiones o daños fatales que pueden generar una o más lesiones o incapacidades.	Se paraliza la producción o se detiene con efectos fuera de los límites de la instalación. El control de emergencia es mayor a 1 hora.	>100 000 a 1 000 000
2 (Menor)	Lesiones o daños fatales que pueden generar lesiones o incapacidades menores.	Lesiones o daños fatales que pueden generar lesiones o incapacidades menores.	Lesiones o daños fatales que pueden generar lesiones o incapacidades menores.	Se paraliza la producción o se detiene con efectos dentro de los límites de la instalación. El control de emergencia es menor a 1 hora.	>50 000 a 100 000
1 (Insignificante)	No se esperan lesiones o daños fatales.	No se esperan lesiones o daños fatales.	No se esperan lesiones o daños fatales.	No se esperan lesiones o daños fatales por arriba de los límites establecidos.	<50,000 <50,000

FUENTE: GO-SS-TC-0002-2015, sección 9.9.1.

## Método Cuantitativo

Simulación de consecuencias:

**SOFTWARE PHAST**

*Radios de afectación por Sobrepresión*

*Radios de afectación por Radiación térmica*

*Radios de afectación por Toxicidad*

## INFORME GENERAL

- Descripciones del proyecto
- Hojas de trabajo de las metodologías aplicables
- Memoria de cálculo de las simulaciones
- Resultados de la identificación de los peligros y Recomendaciones
- Resumen ejecutivo
- Anexos

### XIII.2.4 Guías de referencia Petróleos Mexicanos (PEMEX) 800-16400-DCO-GT-75 y GO-SS-TC-0002-2015.

Guías Técnicas para realizar análisis de riesgos de procesos (800-16400-DCO-GT-75) disponible online <https://vdocuments.mx/guia-arp-2012-800-16400-dco-gt-75-2012.html>

Guía Operativa para realizar análisis de riesgos de procesos en los proyectos y/o instalaciones de PEP (GO-SS-TC-0002-2015) disponible online <https://edoc.pub/guia-operativa-para-realizar-arp-go-ss-tc-0002-2015-pdf-free.html>

### XIII.2.5 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI-803-ING-043-A-401) nodalizado

IMAGEN CON LA UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN (INFORMACIÓN RESERVADA). INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ARTÍCULOS 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP.







Estudio de Riesgo para el proyecto  
"Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1-128.27 km de la Batería de Separación  
Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"



Nombre del Estudio:				Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1 + 128.268 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"										Rev.	0	Hoja ___ de ___				
Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:																				
Sistema/Subsistema/Nodo:				Oleoducto de 10" Ø x 1.128268 km				Equipo Multidisciplinario:				GMG, CAHS		Fecha:		11-may-20				
Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):				Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128268 km. Condiciones de operación Presión: 45 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.						Referencia Documental:										
No	Variable	Palabra Guía	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR		
								Pe	Po	Am	Pr/In			Pe	Po	Am	Pr/In			
1.4	Flujo	Bajo	Bajo flujo	Cierre de válvula de seccionamiento aguas arriba Fuga en válvulas y conexiones bridadas Descontrol operativo de la Batería de Separación	Pérdidas económicas por pérdida de producción. Retrasos operativos.	Sistema básico de control de proceso (SBCP) PIT Indicador transmisor de presión Supervisión operativa desde el cuarto de control principal. Disciplina operativa. Protocolo de comunicación entre las instalaciones involucradas.	1	1	1	1	1					1/D	1/D	1/D	1/D	4/D
1.5	Flujo	Inverso	Flujo Inverso	No hay causa probable			1	1	1	1	1					1/D	1/D	1/D	1/D	4/D
1.6	Temperatura	Alta	Alta temperatura	No hay causa probable			1	1	1	1	1					1/D	1/D	1/D	1/D	4/D
1.7	Temperatura	Baja	Baja temperatura	No hay causa probable			1	1	1	1	1					1/D	1/D	1/D	1/D	4/D



Estudio de Riesgo para el proyecto  
"Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1+128.27 km de la Batería de Separación  
Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"



Nombre del Estudio:				Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1 + 128.266 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"				Rev.	0	Hoja ___ de ___										
Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:																				
Sistema/Subsistema/Nodo:				Oleoducto de 10" Ø x 1.126266 km				Equipo Multidisciplinario: GMG, CAHS				Fecha: 11-may-20								
Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):				Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.126266 km. Condiciones de operación Presión: 45 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.				Referencia Documental:												
No	Variable	Palabra Guía	Desviación	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR		
								Pe	Po	Am	Pr/In			Pe	Po	Am	Pr/In			
1.8	Contención	No	Pérdida de contención /Fuga	<p>Apertura de válvulas de bloqueo:</p> <p>a) omisión de cierre después de un mantenimiento/libranza</p> <p>b) Falta de sello o apriete en uniones bridadas.</p> <p>Corrosión activa en gasoducto.</p> <p>a) Fracturas o fisuras en la línea por envejecimiento del metal.</p> <p>b) Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas.</p> <p>Vandalismo o sabotaje</p> <p>Ruptura por impacto o golpe externo.</p> <p>Pandeo por carga en cruces de caminos por flujo vehicular</p>	<p>Derrame de mezcla (charco de líquido).</p> <p>Posible incendio de líquido en charco (pool fire).</p> <p>Posible presencia de nube de vapor inflamable por evaporación de charco.</p> <p>Posible flamazo (Flash fire).</p> <p>Posible incendio de la nube de gas chorro de fuego (jet fire).</p> <p>Daños a personas.</p> <p>Impacto al ambiente (suelo, agua, flora, fauna, entre otros).</p> <p>Impacto económico a la producción, en función de la magnitud y tiempo de control de la fuga o derrame (impacto a las operaciones).</p> <p>Impacto económico; Daños a la instalación y/o equipos (daño a la propiedad).</p> <p>Daño a la imagen de la empresa.</p>	<p>Diseño adecuado de acuerdo a la normatividad aplicable</p> <p>Control y aseguramiento de calidad durante la construcción</p> <p>Procedimientos operativos para aislamiento.</p> <p>Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.</p> <p>Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía</p> <p>Celajes</p> <p>Protección catódica.</p> <p>Verificación de medición de producción diaria.</p> <p>Valvulas de seccionamiento</p> <p>Competencias del operador</p> <p>Sistema de detección de gas y fuego</p> <p>Instalación de grapas-camisas pernadas</p> <p>Protocolo de Respuesta a Emergencias</p>	2	4	1	2	3					8/C	2/D	4/D	6/C	20/C

### XIII.2.7 Hojas de trabajo de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? (What If?).



Análisis de Riesgos del Proceso  
Oleoducto 10" x 1.128 km BS Cinco Presidentes 1



<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.120265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Diseño		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nudo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.120265 km. Condiciones de operación Presión: 48 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	PrIm			Pe	Po	Am	PrIm	MR
1.1	Hay una selección inadecuada del material y espesor de tubería y componentes.	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.	Agrietamientos de material. Fracturas en la tubería. Fisura en componentes. Pérdida de contención. Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Personal capacitado y con experiencia en el diseño de la Ingeniería del proyecto. Uso de software como soporte para el cálculo y diseño del proyecto. Aplicación de la normatividad vigente y estándares de calidad aplicables. Revisión de especificaciones de materiales.	2	4	2	3	3			8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
1.2	Hay una inadecuada selección de ruta (trazo) del ducto	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Personal capacitado y con experiencia en el diseño de la Ingeniería del proyecto. Uso de software como soporte para el cálculo y diseño del proyecto. Aplicación de la normatividad vigente y estándares de calidad aplicables. Revisión de especificaciones de materiales.	2	1	1	1	3			2/D	2/D	2/D	6/C	12/D

JUNIO 2020  
1 Diseño  
1 de 14

ANÁLISIS DE RIESGOS CUALITATIVO, METODOLOGÍA ¿QUÉ PASA SI?

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128265 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Diseño	<b>Equipo Multidisciplinario:</b>			GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>		04-may-20					
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128265 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2. Flujo: 6500 BPD. Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/In			Pe	Po	Am	Pr/In	
1.3	No se consideran los sistemas suficientes para la protección del ducto	Deficiencias en la ingeniería de diseño. Falta de competencia del personal técnico. Falta de cumplimiento normativo.	Deficiente sistema de detección preventiva. Falta de barreras de mitigación para eventos de pérdida de contención	Personal capacitado y con experiencia en el diseño de la ingeniería del proyecto. Aplicación de la normatividad vigente y estándares de calidad aplicables.	2	1	1	1	3			2/D	2/D	2/D	6/C	12/D
1.4	Hay un cambio de servicio del ducto	Tipo de producto al que fue diseñado el ducto.	Desgaste prematuro del ducto. Aumento de la velocidad de corrosión. Pérdida de conexión. Daños al medio ambiente.	Personal capacitado y con experiencia en el diseño de la ingeniería del proyecto. Revisión de especificaciones de materiales. Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño.	1	1	2	2	3			1/D	2/D	2/D	3/D	8/D

Nombre del Estudio:		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					Rev.	0	Hoja de							
Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:																
Sistema/Subsistema/Etapa:		Construcción	Equipo Multidisciplinario:		GMG, CAHS			Fecha:		04-may-20						
Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128265 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 5500 BPD; Temperatura: 40° C.					Referencia Documental:									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Prin			Pe	Po	Am	Prin	MR
2.1	Se realiza una excavación deficiente	Deficiencia en los planos de trazo y perfil. Falta de seguimiento a la Ingeniería de diseño (Planos de trazo y perfil) Falta de competencia del personal técnico y operativo. Falta de cumplimiento normativo para la construcción de excavaciones. Supervisión deficiente.	Derribos de la zanja excavada. Daños al personal por atrapamiento Pandeo del ducto por nivelación deficiente. Posible exposición del ducto por factores externos. Retrasos operativos.	Aplicación o uso de planos de trazo y perfil actualizados y validados. Personal capacitado y con experiencia en el diseño y construcción de ductos. Aplicación de procedimientos y normatividad vigente. Supervisión efectiva por la autoridad de área. Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.	3	1	1	1	3			3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
2.2	Se realiza una deficiente maniobra de izaje (bendido de la tubería, instalación de válvulas, componentes y equipos)	Falta de la grúa para el izaje de la tubería. Error humano del operador de la grúa de izaje Falta de las estingas, estrobo y grilletes para el izaje	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Certificación de la grúa de izaje Programa de Inspección y mantenimiento de la grúa. Competencia del operador de grúa. Certificados de las estingas, estrobo y grilletes para el izaje. Inspección visual rutinaria para el uso de los accesorios de izaje Supervisión efectiva por la autoridad de área. Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.	3	3	1	1	3			9/C	3/D	3/D	9/C	24/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128266 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Construcción		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128266 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm <sup>2</sup> ; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Pe	Am	Prin			Pe	Pe	Am	Prin	
2.3	Se tiene una soldadura defectuosa	Deficiente aplicación del procedimiento de soldadura Soldadura fuera de especificación Error humano del soldador	Falta de hermeticidad del ducto (fuga) Retrasos operativos Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Aplicación de procedimientos y estándares de soldadura. Aseguramiento de la calidad de la soldadura. Pruebas no destructivas a la soldadura. Supervisión efectiva por la autoridad de área.	2	4	2	3	3			8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
2.4	Se realizan inspecciones y pruebas deficientes	Deficiente aplicación de los procedimientos de inspección y pruebas. Falta de competencia del personal que realiza las inspecciones	Falta de hermeticidad del ducto (fuga) Retrasos operativos Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Aplicación de procedimientos y estándares de inspección y pruebas. Certificación de equipos de inspección y prueba. Personal capacitado y con experiencia en la realización de inspecciones y pruebas. Supervisión efectiva por la autoridad de área.	2	3	2	3	3			6/C	4/D	6/C	6/C	22/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128265 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Operación		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128265 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Pr/In			Pe	Po	Am	Pr/In	MR
3.1	Se realizan operaciones fuera de las condiciones seguras. (apertura o cierre de válvulas, desfogeo de líneas)	Aplicación incorrecta de los procedimientos. Falta de competencia del personal de operación. Errores humanos.	Represionamientos Daños al personal, equipos, accesorios y componentes. Pérdida de producción.	Personal capacitado y con experiencia en la operación de ductos. Aplicación de los manuales y procedimientos. Monitoreo y control de las variables de proceso. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades. Protocolo de comunicación entre las partes involucradas	2	3	2	2	3			6/C	4/D	4/D	6/C	20/C
3.2	Falta el sistema de protección catódica	Falta de materiales y componentes. Materiales y componentes fuera de especificación. Error humano. Vandalismo.	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Aseguramiento y control de calidad. Cumplimiento de recomendaciones del fabricante. Programa de Inspección y mantenimiento. Procedimientos operativos. Capacitación del personal Cajetes terrestres y aéreos (drón)	4	1	1	1	3			4/D	4/D	4/D	12/C	24/C

Nombre del Estudio:		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.126266 km de la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"						Rev.	0	Hoja de						
Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:																
Sistema/Subsistema/Etapa:		Operación		Equipo Multidisciplinario:		GMG, CAHS			Fecha:	04-may-20						
Intención/Condiciones de Diseño (del Nudo a Analizar):		Transportar el aceite separado en la Bateria de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.126266 km. Condiciones de operación Presión: 45 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.						Referencia Documental:								
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				MR
						Pe	Po	Am	Pr/In			Pe	Po	Am	Pr/In	
3.3	Falla el sistema de energía eléctrica	Falla de materiales y componentes. Materiales y componentes fuera de especificación. Error humano. Vandalismo. Tormentas eléctricas. Corte de energía de CFE por mantenimiento,	Descontrol operativo. Pérdidas de producción. Daños a componentes eléctricos.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Aseguramiento y control de calidad. Cumplimiento de recomendaciones del fabricante. Programa de inspección y mantenimiento a instalaciones y componentes eléctricos. Procedimientos operativos. Capacitación del personal Cajales terrestres y aéreos (drón)	4	1	1	1	3			4/D	4/D	4/D	12/C	24/C
3.4	Se instalan equipos eléctricos en áreas de proceso que no son intrínsecamente seguros.	Error humano. Falta de supervisión. Desconocimiento de los requerimientos de seguridad para la clasificación de áreas.	Generación de puntos de ignición. Incendio o explosión por evaporación del charco. Daños al personal, instalaciones y producción.	Plano de clasificación de áreas. Procedimientos de mantenimiento y de seguridad. Capacitación del personal. Protocolo de Respuesta a Emergencias.	4	3	1	1	3			12/C	4/D	4/D	12/C	32/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Mantenimiento	<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20							
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128265 km. Condiciones de operación: Presión: 45 kg/cm2; Flujo: 6500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Prin			Pe	Po	Am	Prin	MR
4.1	Se presenta una falla durante la corrida de diablo	Selección inadecuada del equipo instrumentado (diablo) Falta de mantenimiento y calibración del equipo instrumentado. Atrapamiento del equipo instrumentado por deformación de la tubería	No obtención de lecturas de Inspección. Retrasos operativos.	Ficha técnica del equipo instrumentado. Aplicación del Procedimiento de Inspección. Competencia del personal de Inspección. Supervisión efectiva por la autoridad de área. Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.	3	1	1	1	3			3/D	3/D	3/D	9/C	18/D
4.2	Se presenta una falla en la colocación o retiro del equipo instrumentado	Error humano en la realización de los trabajos de Inspección. Presionamiento del sistema,	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Indicadores de presión en la subeta lanzadora-receptora Ficha técnica del equipo instrumentado. Aplicación del Procedimiento de Inspección. Competencia del personal de Inspección. Supervisión efectiva por la autoridad de área. Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.	3	4	1	1	4			12/C	3/D	3/D	12/C	30/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128266 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Pianta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Daños por terceros		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128266 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 5500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Pr/in			Pe	Po	Am	Pr/in	MR
5.1	Hay golpe al ducto con maquinaria pesada a instalaciones superficiales	Maniobras de izaje, caída de objetos, colisión de vehículos pesados al realizar trabajos de mantenimiento o reparación.	Fracturas en la tubería. Fisura en componentes. Pérdida de contención. Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Certificación de la grúa de izaje Programa de inspección y mantenimiento de la grúa. Competencia del operador de grúa. Certificados de las estingas, estrobo y griletes para el izaje. Inspección visual rutinaria para el uso de los accesorios de izaje. Procedimiento de control vehicular dentro de las instalaciones. Supervisión efectiva por la autoridad de área. Permisos de trabajos con riesgo y análisis de seguridad en el trabajo. Reuniones de operación y seguridad previo al inicio de actividades.	2	4	2	3	3			8/C	4/D	6/C	6/C	24/C
5.2	Se presentan actividades de vandalismo	Robo de accesorios y componentes de la instalación.	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Programa de celajes Banda perimetral en instalaciones.	3	1	1	1	3			3/D	3/D	3/D	9/C	18/D

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128266 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"								<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>				
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapas:</b>		Daños por terceros		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>			GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20					
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128266 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.								<b>Referencia Documental:</b>						
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Pr/in			Pe	Po	Am	Pr/in	MR
5.3	Se presentan daños al ducto en cruce de caminos	Tránsito vehicular (peso muerto y cargas repetitivas)	Fracturas en la tubería. Fisura en componentes. Pérdida de contención. Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Análisis de esfuerzos Diseño del ducto para cruces de caminos Tuneado del ducto	2	4	2	3	4			8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
5.4	Hay golpe al ducto enterrado	Trabajos de excavación con maquinaria pesada, construcción u otras actividades de trabajos externos. Desarrollo de infraestructura por el incremento de la densidad poblacional.	Fracturas en la tubería. Fisura en componentes. Pérdida de contención. Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco. Daños al personal, al medio ambiente, a la producción e instalaciones.	Instalación de postes de señalización preventivos y restrictivos en el derecho de vía. Programa de celajes.	2	4	2	3	4			8/C	4/D	6/C	8/C	26/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.126265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Peligros naturales		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>			GMG, CAHS		<b>Fecha:</b>		04-may-20					
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.126265 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 8500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Prin			Pe	Po	Am	Prin	MR
6.1	Se presenta un sismo	Movimiento natural del suelo con efecto de agrietamiento sobre la tierra y concreto.	Fisuras o fracturas en el ducto. Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Análisis de flexibilidad y esfuerzos. Programa de Inspección externa e interna al ducto. Métodos de reparación Estructuras de protección e intervención (defensas, soportes, colchacretos, bolsacretos, enrocados, entre otros).	2	4	2	3	4			8/C	4/D	6/C	8/C	26/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.128266 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerito con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>			Peligros naturales		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>			GMS, CAHS		<b>Fecha:</b>	04-may-20					
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nudo a Analizar):</b>						<b>Referencia Documental:</b>										
Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerito con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.128266 km. Condiciones de operación Presión: 46 kg/cm2; Flujo: 6500 BPD; Temperatura: 40° C.																
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Prin			Pe	Po	Am	Prin	MR
6.2	Se presenta desplazamientos de tierra.	Derrumbes. Deslives.	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Análisis de flexibilidad y esfuerzos. Programa de inspección externa e interna al ducto. Métodos de reparación Estructuras de protección e Intervención (defensas, soportes, colchacretos, bolsacretos, entrocados, entre otros). Verificación de medición de producción diaria. Válvulas de seccionamiento. Competencias del operador. Protocolo de Respuesta a Emergencia. Programa de conservación y mantenimiento al DDV.	2	4	2	3	4			8/C	4/D	6/C	8/C	26/C
6.3	Hay descarga eléctrica atmosférica.	Condiciones meteorológicas adversas	Fallas en los Instrumentos de medición y control. Falla del sistema de energía eléctrica. Daños al personal. Pérdida de producción.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Sistema de tierras. Sistema de pararrayos. Protocolo de Respuesta a Emergencia.	3	4	1	1	3			12/C	3/D	3/D	9/C	27/C



Análisis de Riesgos del Proceso  
Oleoducto 10" x 1.128 km BS Cinco Presidentes 1



<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.126266 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Corrosión, erosión		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.126266 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm <sup>2</sup> ; Flujo: 0900 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Pa	Am	Pr/in			Pe	Pa	Am	Pr/in	MR
7.1	Se presenta corrosión interna	Cambio en las especificaciones del acetel (H <sub>2</sub> S, humedad, oxígeno y CO <sub>2</sub> )	Deterioro del ducto. Pérdida de contención Formación de una nube inflamable o explosiva	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Programa de inspección con herramienta instrumentada. Inyección de inhibidor de corrosión. Monitoreo de análisis cromatográficos. Competencias del operador para la interpretación de lecturas. Protocolo de Respuesta a Emergencias.	3	4	2	3	3			12/C	6/C	9/C	9/C	36/C

<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.126265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Corrosión, erosión		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerlo con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.126265 km. Condiciones de operación Presión: 40 kg/cm2; Flujo: 5500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Pr/n			Pe	Po	Am	Pr/n	MR
7.2	Se presenta corrosión externa	Resistibilidad del terreno y/o pH del suelo. Corrosión inducida por microorganismos. Interferencia directa por otros sistemas de protección catódica de ductos adyacentes.	Adecuación de parámetros operacionales. Rediseño. Ángulos cerrados en puntos de inflexión.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Programa de inspección con herramienta instrumentada. Celajes terrestres y aéreos (dron) Sistema de protección catódica. Protección anticorrosiva Recubrimiento mecánico externo. Juntas aislantes (monoblock/picotek) Protocolo de Respuesta a Emergencias.	3	4	2	3	4			12/C	6/C	9/C	12/C	39/C



Análisis de Riesgos del Proceso  
Oleoducto 10" x 1.128 km BS Cinco Presidentes 1



<b>Nombre del Estudio:</b>		Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres para el proyecto "Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 1.120265 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV"					<b>Rev.</b>	0	<b>Hoja de</b>							
<b>Organismo/Centro de Trabajo/Planta o Área de Trabajo:</b>																
<b>Sistema/Subsistema/Etapa:</b>		Corrosión, erosión		<b>Equipo Multidisciplinario:</b>		GMG, CAHS			<b>Fecha:</b>	04-may-20						
<b>Intención/Condiciones de Diseño (del Nodo a Analizar):</b>		Transportar el aceite separado en la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 1 a Injerto con el Oleoducto de 10" Ø Rodador-CPGLV por medio del oleoducto de 10" Ø X 1.120265 km. Condiciones de operación Presión: 46 kg/cm2; Flujo: 6500 BPD; Temperatura: 40° C.					<b>Referencia Documental:</b>									
No	¿Qué pasa si ?	Causa(s)	Consecuencias	Salvaguardas/ Barreras	F	Consecuencias				Recomendaciones/ Acciones	Responsable	Aceptación del Riesgo				
						Pe	Po	Am	Pr/in			Pe	Po	Am	Pr/in	MR
7.3	Se presenta erosión	Velocidad por alto flujo. Partículas de sólidos en la corriente	Deterioro del ducto. Pérdida de contención Derrame de hidrocarburo. Formación de una nube inflamable y/o explosiva por evaporación del charco.	Consideraciones de diseño para las especificaciones del ducto. Cumplimiento con estándares técnicos y calidad. Procedimientos operativos. Programa de inspección con herramienta instrumentada. Sistema de voz y datos para la comunicación entre las partes involucradas. Celajes terrestres y aéreos (drón) Protocolo de Respuesta a Emergencias.	2	4	2	3	4			8/C	4/D	6/C	8/C	26/C

### XIII.2.8 Informe Técnico del Análisis de Riesgo del oleoducto de 10"Ø x 1+128.27 km

Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Ductos Terrestres

Activo de Producción Cinco Presidentes de la Región Sur de PEMEX



POR EL RESCATE DE LA SOBERANÍA

Informe Técnico  
*Sustancias involucradas*

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Junio 2020  
Página 1



Informe Técnico  
*Ant. de Accidentes e Incidentes*

Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Ductos Terrestres  
Activo de Producción Cinco Presidentes de la Región Sur de PEMEX

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113  
FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Informe Técnico  
*Ant. de Accidentes e Incidentes*

Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Ductos Terrestres  
Activo de Producción Cinco Presidentes de la Región Sur de PEMEX

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA  
BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Análisis de Riesgo  
Activo de Producción Cinco Presidentes



Anexo 10: Informe Técnico

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Informe Técnico  
*Estimación de consecuencias*

Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Ductos Terrestres  
Activo de Producción Cinco Presidentes



CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA  
BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Junio 2020  
Página 5



Estudio de Riesgo Ambiental  
Modalidad: Análisis de Riesgo  
Activo de Producción Cinco Presidentes



**Criterios utilizados**

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

Junio 2020  
Página 6



### XIII.2.9 Simulaciones PHAST

- Resumen simulaciones PHAST

#### REPORTE RESUMEN

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

 ERA-OLEO 1.128

 OLEODUCTO

OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

**Caso Base**

Nombre de Caso: Datos

Ruta: OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

**Cantidades Definidas por el Usuario**

**Escenario**

**Dirección**

[Dirección de la emisión externa Vertical]

**Localización de la Emisión**

[Cabezal del tanque 0 m]

[Elevación 0 m]

**Orificio**

Diámetro del Orificio 50,8 mm

¿Desea usar el coeficiente de descarga especificado? No

**Material**

**Fase**

[Fase a ser emitida Líquido]

**Material**

[Características del material Sólo Inflamable]

[Material a monitorear Aceite]

**Parámetros de Descarga**

**Mecanismo de ruptura de la gota**

[Mecanismo de ruptura de la gota - instantánea usar la correlación de equilibrio (flashing)] [Mecanismo de ruptura de la gota - continuo No forzar la correlación]

**Preferencias del modelo**

[Método de Expansión Atmosférica El más cercano a las condiciones iniciales]

[¿Está permitido el equilibrio (flashing) en el orificio]

**Dispersión**

**Alcance de la Dispersión**

[Especificar el tiempo medio definido por el Usuario No]

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Terreno predeterminado**

**Superficie de Dispersión**

[Superficie sobre la cual ocurre la dispersión Tierra]

[Longitud de la rugosidad de la superficie Definido por el usuario]

[Longitud definida por el usuario 183,156 mm]

Fecha: 15/05/2020

1 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Sin Cubeto de Retención**
**Propiedades del Cubeto de Retención**

[Altura del Cubeto de Retención	0 m]
[Área de pared cortafuegos (interna)	0 m2]
[Falla en el Modelo del Cubeto de Retención	El Cubeto de Retención no puede fallar]

**Superficie para Charcos (Pools)**

[Tipo de Superficie para Charcos (Pools)	Definido por el Usuario (Tierra)
[Espesor Mínimo del Charco (Pool)	5 mm]
[Difusividad Térmica Superficial	9,48E-07 m2/s]
[Factor de Rugosidad Superficial	2,634]
[Conductividad Térmica Superficial	0,00221 kJ/m.s.degK]

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno**
**Definición del Edificio**

[Especifique un edificio de emisión	No]
[Efecto de estela del edificio	Ninguno]

**Parámetros Tóxicos**
**Cálculos Tóxicos Internos**

[Especifique el tipo de edificio de descendencia	No seleccionado]
--	------------------

**Contornos tóxicos**

[Número de niveles tóxicos	4]
[Niveles de dosis	130000]
[Niveles de dosis	1,3E+06]
[Niveles de dosis	1,3E+07]
[Niveles de dosis	1,3E+08]
[Niveles de Probit	2]
[Niveles de Probit	3]
[Niveles de Probit	4]
[Niveles de Probit	10]
[Niveles de letalidad	0,001 fraction]
[Niveles de letalidad	0,01 fraction]
[Niveles de letalidad	0,1 fraction]
[Niveles de letalidad	0,99 fraction]

**Datos de tiempo de exposición**

[Fijar el tiempo medio igual al tiempo de exposición	Usar un tiempo medio fijo]
--	----------------------------

**Parámetros de Explosión**
**Ignición**

[Suministrar la localización de la ignición]
--

**Método de explosión (Cálculos de consecuencia solamente)**

[Método de Explosión	Multi-energía: Confinado uniforme]
----------------------	------------------------------------

Fecha: 15/05/2020

2 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Método líquido vapor**

[Usar el factor de modificación de la masa de la explosión inmediatas y retardadas]

[Factor de modificación de la masa de la explosión 3]

**Bola de Fuego (Fireball)**
**Método de cálculo**

[Modelo de Bola de Fuego (Fireball) Recomendado]

**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]

 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m<sup>2</sup>]

 [Niveles de intensidad 5 kW/m<sup>2</sup>]

 [Niveles de intensidad 37,5 kW/m<sup>2</sup>]

**Parámetros**

[Factor de modificación de la masa 3]

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit No]

[Calcular la dosis No]

[Calcular la letalidad No]

**Chorro de Fuego (Jet fire)**
**Datos del Modelo Cone**

[Correlación Recomendado]

**Método de Chorro de Fuego (Jet Fire)**

[Método de Chorro de Fuego (Jet Fire) Modelo cone]

**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]

 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m<sup>2</sup>]

 [Niveles de intensidad 5 kW/m<sup>2</sup>]

 [Niveles de intensidad 37,5 kW/m<sup>2</sup>]

**Parámetros**

[Tasa del factor de modificación 3]

**Potencia emisiva de la superficie de la llama**

[Método de cálculo para la potencia emisiva de la superficie de la llama]

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit No]

[Calcular la dosis No]

[Calcular la letalidad No]

**Charco de Fuego (Pool Fire)**
**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]

 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m<sup>2</sup>]

Fecha: 15/05/2020

3 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

[Niveles de intensidad	5 kW/m2]
[Niveles de intensidad	37,5 kW/m2]

**Parámetros**

[Fracción radiativa para fuegos tipo general	0,4 fraction]
--	---------------

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit	No]
[Calcular la dosis	No]
[Calcular la letalidad	No]

**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEGI-2"

**DATOS DE DESCARGA para Clima:**

Carpeta de Climas\Categoría 1.5/F

Velocidad del Viento:	1,50 m/s
Velocidad del Viento a la Altura (Calculadas)	0,46 m/s
Estabilidad Pasquill:	F

**CANTIDADES DEFINIDAS POR EL USUARIO**

Material	Aceite
Escenario	Fuga
Inventario	68.551,20 kg
Duración Establecida	n/a s
Datos de estancamiento (lado generando el flujo en la tubería larga):	
- Presión	6 8 2,72 psi
- Temperatura	40,00 degC
- Estado del Fluido	Líquido no saturado

**Cantidades Calculadas**

Flujo Máscico de Aire (Usado sólo en escenario de ventilación en espacios de vapor)	n/a
Flujo Máscico	57,126 kg/s
Duración de la Emisión	1.200,00 s
Datos del Orificio o salida de tubería (antes de la expansión atmosférica):	
- Presión	480,70 psi
- Temperatura	31,79 degC
- Velocidad en la Vena Contracta (velocidad de salida para emisiones de tubería)	63,87 m/s
- Coeficiente de Descarga	0,60
Datos finales (después de la expansión atmosférica):	
- Temperatura	31,79 degC
- Fracción de Masa Líquidi	1,00 fraction
- Diámetro de la Gota	7,86406E+001 um
- Radio Expandido	0,02 m
- Velocidad	63,87 m/s

**DATOS DE DESCARGA para Clima:**

Carpeta de Climas\Categoría 1.5/AB

Velocidad del Viento:	1,50 m/s
-----------------------	----------

Fecha: 15/05/2020

4 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

Velocidad del Viento a la Altura (Calculadas)	1,16 m/s
Estabilidad Pasquill:	A/B
<b>CANTIDADES DEFINIDAS POR EL USUARIO</b>	
Material	Aceite
Escenario	Fuga
Inventario	68.551,20 kg
Duración Establecida	n/a s
Datos de estancamiento (lado generando el flujo en la tubería larga):	
- Presión	182,53 psi
- Temperatura	32,00 degC
- Estado del Fluido	Líquido no saturado
<b>Cantidades Calculadas</b>	
Flujo Máscico de Aire (Usado sólo en escenario de ventilación en espacios de vapor)	n/a
Flujo Máscico	57,126 kg/s
Duración de la Emisión	1.200,00 s
Datos del Orificio o salida de tubería (antes de la expansión atmosférica):	
- Presión	14,70 psi
- Temperatura	31,79 degC
- Velocidad en la Vena Contracta (velocidad de salida para emisiones de tubería)	63,87 m/s
- Coeficiente de Descarga	0,60
Datos finales (después de la expansión atmosférica):	
- Temperatura	31,79 degC
- Fracción de Masa Líquidi	1,00 fraction
- Diámetro de la Gota	7,86406E+001 um
- Radio Expandido	0,02 m
- Velocidad	63,87 m/s

Fecha: 15/05/2020

5 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28,459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Resultados de Consecuencia**
**Resultados de Distancias a Concentraciones**
**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

La Altura para las Concentraciones definidas por el usuario es la Altura definida por el usuario 1  
 Todos los resultados tóxicos se reportan a la altura para efectos tóxicos 0 m  
 Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
LSI (63124,8)	18,75	s	1,30964	1,00543
LII (7405,91)	18,75	s	25,1333	15,8105
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	45,8537	24,2839

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Alturas (m) para las distancias mencionadas	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
LSI (63124,8)	18,75	s	17,2774	14,6623
LII (7405,91)	18,75	s	21,5536	29,6595
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	0	13,6418

**Peligro de Chorro de Fuego**
**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

Método de chorro de fuego (Jet Fire) usado: Modelo Cone - Recomendado

Estado del Chorro de Fuego (Jet fire)	Dirección de la Llama	Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
		Peligro	Peligro
		Vertical	Vertical

**Efectos Radiación: Elipse Chorro Fuego**
**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

This table gives the Distancias to the specified radiation levels  
 for each Chorro de Fuego (Jet Fire) listed in the above hazard table

Nivel de Radiación			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Nivel de Radiación	1,4	kW/m2	147,966	147,966
Nivel de Radiación	5	kW/m2	82,6766	82,6766
Nivel de Radiación	37,5	kW/m2	15,528	15,528

Fecha: 15/05/2020

6 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459 

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11 

**Zona del Fogonazo**

Ruta: OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	45,8537	24,2839
Máxima Medida	7405,91	ppm	25,1333	15,8105
			Alturas (m) para las distancias menci	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	0	13,6418
Máxima Medida	7405,91	ppm	21,5536	29,6595

Fecha: 15/05/2020

7 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Efectos de Explosión: Explosión Retardada**
**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEGI-2"

Modelo de Explosión Usado: Multi-energía: Confinado uniforme  
 Criterio de Localización de la Explosión: Frente de la nube (Fracción del LII)  
 Todas las distancias están medidas desde la fuente de emisión  
 Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

			Máxima Distancia (m) al nivel de Sobrepresión	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Sobrepresión	0,5	psi	214,696	188,948
Sobrepresión	1	psi	134,422	111,315
Sobrepresión	3	psi	80,4722	59,1406

			Datos suplementarios en 0,5 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	274,094	247,92
Masa Inflamable Usada		kg	274,094	247,92
Radio de Sobrepresión		m	174,696	168,948
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	40	20
- Frente de la nube/Centro		m	40	20
- Centro de la Explosión		m	40	20

			Datos suplementarios en 1 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	274,094	247,92
Masa Inflamable Usada		kg	274,094	247,92
Radio de Sobrepresión		m	94,422	91,3154
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	40	20
- Frente de la nube/Centro		m	40	20
- Centro de la Explosión		m	40	20

			Datos suplementarios en 3 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	274,094	247,92
Masa Inflamable Usada		kg	274,094	247,92
Radio de Sobrepresión		m	40,4722	39,1406
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	40	20
- Frente de la nube/Centro		m	40	20
- Centro de la Explosión		m	40	20

Fecha: 15/05/2020

8 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11


**Condiciones del Clima**
**Ruta:** OLEODUCTO\CA01\SEG1-2"

Categoría 1.5/F Categoría 1.5/AB

Velocidad del Viento	m/s	1,5	1,5
Estabilidad de Pasquill		F	A/B
Temperatura Atmosférica	degC	25	25
Temperatura de la Superficie	degC	25	25
Humedad relativa	fraction	0,5	0,5

Fecha: 15/05/2020

9 de 9

Hora: 21:42:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

 ERA-OLEO 1.128

 CMP01-OLEO- SEG1-0.75"

**Caso Base**

Nombre de Caso: Datos

Ruta: OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

**Cantidades Definidas por el Usuario**
**Escenario**
**Dirección**

[Dirección de la emisión externa Vertical]

**Localización de la Emisión**

[Cabezal del tanque 0 m]

[Elevación 0 m]

**Orificio**

Diámetro del Orificio 19.05 mm

¿Desea usar el coeficiente de descarga especificado? No

**Material**
**Fase**

[Fase a ser emitida Líquido]

**Material**

[Características del material Sólo Inflamable]

[Material a monitorear Aceite]

**Parámetros de Descarga**
**Mecanismo de ruptura de la gota**

[Mecanismo de ruptura de la gota - instantáneo No forzar la correlación de equilibrio (flashing)]

[Mecanismo de ruptura de la gota - continuo No forzar la correlación]

**Preferencias del modelo**

[Método de Expansión Atmosférica El más cercano a las condiciones iniciales]

[¿Está permitido el equilibrio (flashing) en el orificio? No forzar el equilibrio (flashing) en el orificio]

**Dispersión**
**Alcance de la Dispersión**

[Especificar el tiempo medio definido por el Usuario No]

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Terreno predeterminado**
**Superficie de Dispersión**

[Superficie sobre la cual ocurre la dispersión Tierra]

[Longitud de la rugosidad de la superficie Definido por el usuario]

[Longitud definida por el usuario 183,156 mm]

Fecha: 08/06/2020

1 de 9

Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Sin Cubeto de Retención**
**Propiedades del Cubeto de Retención**

[Altura del Cubeto de Retención	0 m]
[Área de pared cortafuegos (interna)	0 m2]
[Falla en el Modelo del Cubeto de Retención	El Cubeto de Retención no puede fallar]

**Superficie para Charcos (Pools)**

[Tipo de Superficie para Charcos (Pools)	Definido por el Usuario (Tierra)]
[Espesor Mínimo del Charco (Pool)	5 mm]
[Difusividad Térmica Superficial	9,48E-07 m2/s]
[Factor de Rugosidad Superficial	2,634]
[Conductividad Térmica Superficial	0,00221 kJ/m.s.degK]

**Cubeto de Retención, Edificio y Terreno**
**Definición del Edificio**

[Especifique un edificio de emisión	No]
[Efecto de estela del edificio	Ninguno]

**Parámetros Tóxicos**
**Cálculos Tóxicos Internos**

[Especifique el tipo de edificio de descendencia	No seleccionado]
--	------------------

**Contornos tóxicos**

[Número de niveles tóxicos	4]
[Niveles de dosis	130000]
[Niveles de dosis	1,3E+06]
[Niveles de dosis	1,3E+07]
[Niveles de dosis	1,3E+08]
[Niveles de Probit	2]
[Niveles de Probit	3]
[Niveles de Probit	4]
[Niveles de Probit	10]
[Niveles de letalidad	0,001 fraction]
[Niveles de letalidad	0,01 fraction]
[Niveles de letalidad	0,1 fraction]
[Niveles de letalidad	0,99 fraction]

**Datos de tiempo de exposición**

[Fijar el tiempo medio igual al tiempo de exposición	Usar un tiempo medio fijo]
--	----------------------------

**Parámetros de Explosión**
**Ignición**

[Suministrar la localización de la ignición	No suministra la localización de la ignición]
---	---

**Método de explosión (Cálculos de consecuencia solamente)**

[Método de Explosión	Multi-energía: Confinado uniforme]
----------------------	------------------------------------

Fecha: 08/06/2020

2 de 9

Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Método líquido vapor**

[Usar el factor de modificación de la masa de la explosión inmediatas y retardadas]  
 [Factor de modificación de la masa de la explosión 3]

**Bola de Fuego (Fireball)**
**Método de cálculo**

[Modelo de Bola de Fuego (Fireball) Recomendado]

**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]  
 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m2]  
 [Niveles de intensidad 5 kW/m2]  
 [Niveles de intensidad 37,5 kW/m2]

**Parámetros**

[Factor de modificación de la masa 3]

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit No]  
 [Calcular la dosis No]  
 [Calcular la letalidad No]

**Chorro de Fuego (Jet fire)**
**Datos del Modelo Cone**

[Correlación Recomendado]

**Método de Chorro de Fuego (Jet Fire)**

[Método de Chorro de Fuego (Jet Fire) Modelo cone]

**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]  
 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m2]  
 [Niveles de intensidad 5 kW/m2]  
 [Niveles de intensidad 37,5 kW/m2]

**Parámetros**

[Tasa del factor de modificación 3]

**Potencia emisiva de la superficie de la llama**

[Método de cálculo para la potencia emisiva de la superficie de la llama]

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit No]  
 [Calcular la dosis No]  
 [Calcular la letalidad No]

**Charco de Fuego (Pool Fire)**
**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]  
 [Niveles de intensidad 1,4 kW/m2]

Fecha: 08/06/2020

3 de 9

Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453  
 Phast 7,11

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

[Niveles de intensidad	5 kW/m2]
[Niveles de intensidad	37,5 kW/m2]
<b>Parámetros</b>	
[Fracción radiativa para fuegos tipo general	0,4 fraction]
<b>Tipos de resultado a calcular</b>	
[Calcular el probit	No]
[Calcular la dosis	No]
[Calcular la letalidad	No]

Ruta: OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

**DATOS DE DESCARGA para Clima:** Carpeta de Climas\Categoría 1.5/F

Velocidad del Viento:	1,50 m/s
Velocidad del Viento a la Altura (Calculadas)	0,46 m/s
Estabilidad Pasquill:	F

**CANTIDADES DEFINIDAS POR EL USUARIO**

Material	Aceite
Escenario	Fuga
Inventario	51.413,40 kg
Duración Establecida	n/a s
Datos de estancamiento (lado generando el flujo en la tubería larga):	
- Presión	682,72 psi
- Temperatura	40,00 degC
- Estado del Fluido	Líquido no saturado

**Cantidades Calculadas**

Flujo Másico de Aire (Usado sólo en escenario de ventilación en espacios de vapor)	n/a
Flujo Másico	42,84 kg/s
Duración de la Emisión	1.200,00 s
Datos del Orificio o salida de tubería (antes de la expansión atmosférica):	
- Presión	480,7 psi
- Temperatura	0 degC
- Velocidad en la Vena Contracta (velocidad de salida para emisiones de tubería)	31,79 m/s
- Coeficiente de Descarga	63,87 0,60
Datos finales (después de la expansión atmosférica):	
- Temperatura	31,79 degC
- Fracción de Masa Líquidi	1,00 fraction
- Diámetro de la Gota	7,86406E+001 um
- Radio Expandido	0,04 m
- Velocidad	63,87 m/s

**DATOS DE DESCARGA para Clima:** Carpeta de Climas\Categoría 1.5/AB

Velocidad del Viento:	1,50 m/s	
Fecha: 08/06/2020	4 de 9	Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

Velocidad del Viento a la Altura (Calculadas)	1,16 m/s
Estabilidad Pasquill:	A/B
<b>CANTIDADES DEFINIDAS POR EL USUARIO</b>	
Material	Aceite
Escenario	Fuga
Inventario	51.413,40 kg
Duración Establecida	n/a s
Datos de estancamiento (lado generando el flujo en la tubería larga):	
- Presión	182,53 psi
- Temperatura	32,00 degC
- Estado del Fluido	Líquido no saturado
<b>Cantidades Calculadas</b>	
Flujo Máscico de Aire (Usado sólo en escenario de ventilación en espacios de vapor)	n/a
Flujo Máscico	42,844 kg/s
Duración de la Emisión	1.200,00 s
Datos del Orificio o salida de tubería (antes de la expansión atmosférica):	
- Presión	480,7 psi
- Temperatura	0 degC
- Velocidad en la Vena Contracta (velocidad de salida para emisiones de tubería)	31,79 m/s
- Coeficiente de Descarga	63,87
	0,60
Datos finales (después de la expansión atmosférica):	
- Temperatura	31,79 degC
- Fracción de Masa Líquidi	1,00 fraction
- Diámetro de la Gota	7,86406E+001 um
- Radio Expandido	0,04 m
- Velocidad	63,87 m/s

Fecha: 08/06/2020

5 de 9

Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Resultados de Consecuencia**
**Resultados de Distancias a Concentraciones**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

La Altura para las Concentraciones definidas por el usuario es la Altura definida por el usuario  
 Todos los resultados tóxicos se reportan a la altura para efectos tóxicos 0 m  
 Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
LSI (63124,8)	18,75	s	2,98308	2,13381
LII (7405,91)	18,75	s	40,0146	24,6938
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	304,135	328,07

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Categoría 1.5/F	Alturas (m) para las distancias men
LSI (63124,8)	18,75	s	28,7211	28,8811
LII (7405,91)	18,75	s	27,9095	18,9407
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	0	0

**Peligro de Chorro de Fuego**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

Método de chorro de fuego (Jet Fire) usado: Modelo Cone - Recomendado

Estado del Chorro de Fuego (Jet fire)	Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Peligro	Peligro	Peligro
Dirección de la Llama	Vertical	Vertical

**Efectos Radiación: Elipse Chorro Fuego**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

This table gives the Distancias to the specified radiation levels  
 for each Chorro de Fuego (Jet Fire) listed in the above hazard table

Nivel de Radiación			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Nivel de Radiación	1,4	kW/m2	256,131	256,131
Nivel de Radiación	5	kW/m2	142,451	142,451
Nivel de Radiación	37,5	kW/m2	22,2634	22,2634

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28,453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Zona del Fogonazo**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	304,135	328,07
Máxima Medida	7405,91	ppm	40,0146	24,6938
			Alturas (m) para las distancias mencio	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	0	0
Máxima Medida	7405,91	ppm	27,9095	18,9407

Fecha: 08/06/2020

7 de 9

Hora: 20:50:00

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Efectos de Explosión: Explosión Retardada**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

Modelo de Explosión Usado: Multi-energía: Confinado uniforme  
 Criterio de Localización de la Explosión: Frente de la nube (Fracción del LII)  
 Todas las distancias están medidas desde la fuente de emisión  
 Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

			Máxima Distancia (m) al nivel de Sobrepresión	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Sobrepresión	0,5	psi	619,355	635,494
Sobrepresión	1	psi	472,61	490,523
Sobrepresión	3	psi	373,986	393,091
			Datos suplementarios en 0,5 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	1674,46	1614,46
Masa Inflamable Usada		kg	1674,46	1614,46
Radio de Sobrepresión		m	319,355	315,494
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	300	320
- Frente de la nube/Centro		m	300	320
- Centro de la Explosión		m	300	320
			Datos suplementarios en 1 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	1674,46	1614,46
Masa Inflamable Usada		kg	1674,46	1614,46
Radio de Sobrepresión		m	172,61	170,523
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	300	320
- Frente de la nube/Centro		m	300	320
- Centro de la Explosión		m	300	320
			Datos suplementarios en 3 psi	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada		kg	1674,46	1614,46
Masa Inflamable Usada		kg	1674,46	1614,46
Radio de Sobrepresión		m	73,9858	73,0914
Distancia a:				
- Fuente de ignición		m	300	320
- Frente de la nube/Centro		m	300	320
- Centro de la Explosión		m	300	320

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.453

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Condiciones del Clima**
**Ruta:** OLEODUCTO\CMP01\SEG1-0.75"

Categoría 1.5/F Categoría 1.5/AB

Velocidad del Viento	m/s	1,5	1,5
Estabilidad de Pasquill		F	A/B
Temperatura Atmosférica	degC	25	25
Temperatura de la Superficie	degC	25	25
Humedad relativa	fraction	0,5	0,5

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

 ERA-OLEO 1.128

 PC01-OLEO- SEG1-10"

**Caso Base**

Nombre de Caso: Datos

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

**Cantidades Definidas por el Usuario**
**Escenario**
**Cabezal de la Bomba**

¿Especificar el Cabezal de la Bomba? No

**Dimensiones de la Tubería**

 Diámetro interno de la tubería 254 mm  
 [Longitud de la Tubería 309.405 m]

**Dirección**

[Dirección de la emisión externa Horizontal]

**Escenario**

Tipo de escenario Ruptura de línea

**Localización de la Emisión**

 [Cabezal del tanque 0 m]  
 [Elevación 0 m]

**Material**
**Fase**

[Fase a ser emitida Líquido]

**Material**

 [Características del material Sólo Inflamable]  
 [Material a monitorear Aceite]

**Parámetros de Descarga**
**Mecanismo de ruptura de la gota**

[Mecanismo de ruptura de la gota – instantánea usar la correlación de equilibrio (flashing)] [Mecanismo de ruptura de la gota - continuo No forzar la correlación]

**Preferencias del modelo**

[Método de Expansión Atmosférica El más cercano a las condiciones iniciales]

**Tubería Corta**
**Características de la Tubería**

[Rugosidad de la Tubería 4,57E-05 m]

**Frecuencia de válvulas**

[Frecuencia de válvulas de exceso de flujo 0 /m]

Fecha: 08/06/2020

1 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

[Frecuencia de válvulas antirretorno	0 /m]
[Frecuencia de válvulas de cierre	0 /m]
<b>Frecuencias</b>	
[Frecuencia de codos en la tubería	0 /m]
[Frecuencia de acoplamientos en la tubería	0 /m]
[Frecuencia de conexiones en la tubería	0 /m]
<b>Pérdidas de carga de la velocidad</b>	
[Pérdidas de carga de la velocidad de la válvula de exceso de flujo	0]
[Pérdida de carga o altura de velocidad de la Válvula Antirretorno	0]
[Pérdidas de carga o altura de velocidad de la válvula de cierre	0]
<b>Dispersión</b>	
<b>Alcance de la Dispersión</b>	
[Especificar el tiempo medio definido por el Usuario	No]
<b>Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Terreno predeterminado</b>	
<b>Superficie de Dispersión</b>	
[Superficie sobre la cual ocurre la dispersión	Tierra]
[Longitud de la rugosidad de la superficie	Definido por el usuario]
[Longitud definida por el usuario	183,156 mm]
<b>Cubeto de Retención, Edificio y Terreno: Sin Cubeto de Retención</b>	
<b>Propiedades del Cubeto de Retención</b>	
[Altura del Cubeto de Retención	0 m]
[Área de pared cortafuegos (interna)	0 m <sup>2</sup> ]
[Falla en el Modelo del Cubeto de Retención	El Cubeto de Retención no puede fallar]
<b>Superficie para Charcos (Pools)</b>	
[Tipo de Superficie para Charcos (Pools)	Definido por el Usuario (Tierra)]
[Espesor Mínimo del Charco (Pool)	5 mm]
[Difusividad Térmica Superficial	9,48E-07 m <sup>2</sup> /s]
[Factor de Rugosidad Superficial	2,634]
[Conductividad Térmica Superficial	0,00221 kJ/m.s.degK]
<b>Cubeto de Retención, Edificio y Terreno</b>	
<b>Definición del Edificio</b>	
[Especifique un edificio de emisión	No]
[Efecto de estela del edificio	Ninguno]
<b>Parámetros Tóxicos</b>	
<b>Cálculos Tóxicos Internos</b>	
[Especifique el tipo de edificio de descendencia	No seleccionado]
<b>Contornos tóxicos</b>	
[Número de niveles tóxicos	4]

Fecha: 08/06/2020

2 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

[Niveles de dosis	130000]
[Niveles de dosis	1,3E+06]
[Niveles de dosis	1,3E+07]
[Niveles de dosis	1,3E+08]
[Niveles de Probit	2]
[Niveles de Probit	3]
[Niveles de Probit	4]
[Niveles de Probit	10]
[Niveles de letalidad	0,001 fraction]
[Niveles de letalidad	0,01 fraction]
[Niveles de letalidad	0,1 fraction]
[Niveles de letalidad	0,99 fraction]

**Datos de tiempo de exposición**

[Fijar el tiempo medio igual al tiempo de exposición Usar un tiempo medio fijo]

**Parámetros de Explosión**
**Ignición**

[Suministrar la localización de la ignición]

**Método de explosión (Cálculos de consecuencia solamente)**

[Método de Explosión Multi-energía: Confinado uniforme]

**Método líquido vapor**

[Usar el factor de modificación de la masa de la explosión inmediatas y retardadas]

[Factor de modificación de la masa de la explosión 3]

**Bola de Fuego (Fireball)**
**Método de cálculo**

[Modelo de Bola de Fuego (Fireball) Recomendado]

**Niveles de radiación**

[Número de niveles de radiación especificados 3]

[Niveles de intensidad 1,4 kW/m2]

[Niveles de intensidad 5 kW/m2]

[Niveles de intensidad 37,5 kW/m2]

**Parámetros**

[Factor de modificación de la masa 3]

**Tipos de resultado a calcular**

[Calcular el probit No]

[Calcular la dosis No]

[Calcular la letalidad No]

**Chorro de Fuego (Jet fire)**
**Datos del Modelo Cone**

[Opciones Horizontales Usar el método estándar]

[Correlación Recomendado]

Fecha: 08/06/2020

3 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Número Único de Auditoría: 28.459

Phast 7,11

<b>Método de Chorro de Fuego (Jet Fire)</b>	
[Método de Chorro de Fuego (Jet Fire)]	Modelo cone]
<b>Niveles de radiación</b>	
[Número de niveles de radiación especificados]	3]
[Niveles de intensidad]	1,4 kW/m2]
[Niveles de intensidad]	5 kW/m2]
[Niveles de intensidad]	37,5 kW/m2]
<b>Parámetros</b>	
[Tasa del factor de modificación]	3]
<b>Potencia emisiva de la superficie de la llama</b>	
[Método de cálculo para la potencia emisiva de la superficie de la llama]	
<b>Tipos de resultado a calcular</b>	
[Calcular el probit]	No]
[Calcular la dosis]	No]
[Calcular la letalidad]	No]
<b>Charco de Fuego (Pool Fire)</b>	
<b>Niveles de radiación</b>	
[Número de niveles de radiación especificados]	3]
[Niveles de intensidad]	1,4 kW/m2]
[Niveles de intensidad]	5 kW/m2]
[Niveles de intensidad]	37,5 kW/m2]
<b>Parámetros</b>	
[Fracción radiativa para fuegos tipo general]	0,4 fraction]
<b>Tipos de resultado a calcular</b>	
[Calcular el probit]	No]
[Calcular la dosis]	No]
[Calcular la letalidad]	No]

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Resultados de Consecuencia**
**Resultados de Vaporización del Charco**

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

Segmento de emisión 1		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Duración de la Emisión	s	1200	1200
Precipitación del Líquido	fraction	0,95339	0,929773
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 1			
Duración del Segmento de la Nube	s	325,803	305,376
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	36,2359	38,0996
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	40,7975	44,9727
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 2			
Duración del Segmento de la Nube	s	181,573	175,33
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	64,9239	66,2901
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	69,4855	73,1631
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 3			
Duración del Segmento de la Nube	s	743,392	729,712
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	79,4673	79,8701
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	84,0289	86,7431
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 4			
Duración del Segmento de la Nube	s	240,5	219,691
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	49,0597	53,0885
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	79,4673	79,8701
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 5			
Duración del Segmento de la Nube	s	515,149	520,7
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	22,0091	21,397
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	49,0597	53,0885
Segmento de emisión 1   Segmento de la Nube 6			
Duración del Segmento de la Nube	s	2435,18	2109,45
Velocidad de Vaporización del Charco	kg/s	2,51131	2,2801
Tasa de caudal de vapor total	kg/s	22,0091	21,397
Radio Máximo del Charco	m	52,9624	49,0433

Fecha: 08/06/2020

5 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Resultados de Distancias a Concentraciones**

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEGI-10"

La Altura para las Concentraciones definidas por el usuario es la Altura definida por el usuario l  
 Todos los resultados tóxicos se reportan a la altura para efectos tóxicos 0 m  
 Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB	Distancia (m)
LSI (63124,8)	18,75	s	163,998	99,2303	
LII (7405,91)	18,75	s	382,591	274,77	
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	481,338	362,216	

Concentración(ppm)	Tiempo Medio		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB	Alturas (m) para las distancias mencio
LSI (63124,8)	18,75	s	0	0	
LII (7405,91)	18,75	s	0	0	
Frac. del LII (3702,96)	18,75	s	0	0	

**Peligro de Chorro de Fuego**

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEGI-10"

Método de chorro de fuego (Jet Fire) usado: Modelo Cone - Recomendado

Estado del Chorro de Fuego (Jet fire)	Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Truncado	Truncado	Truncado
Dirección de la Llama	Horizontal	Horizontal

**Efectos Radiación: Elipse Chorro Fuego**

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEGI-10"

This table gives the Distancias to the specified radiation levels  
 for each Chorro de Fuego (Jet Fire) listed in the above hazard table

Nivel de Radiación			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB	Distancia (m)
1,4	kW/m2		128,79	155,06	
5	kW/m2		89,8226	107,627	
37,5	kW/m2		60,1398	71,7464	

**Peligro de Charco de Fuego Temprano**

Ruta: OLEODUCTO\PC01\SEGI-10"

Estado del Charco de Fuego Temprano (Early Pool Fire)	Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Peligro	Peligro	Peligro

Fecha: 08/06/2020

6 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Efectos Radiación: Elipse Charco Fuego Temprano**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Nivel de Radiación	1,4	kW/m2	92,7134	92,0041
Nivel de Radiación	5	kW/m2	44,8159	44,5304
Nivel de Radiación	37,5	kW/m2	No Alcanzado	No Alcanzado

**Peligro de Charco de Fuego Tardío**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Estado del Charco de Fuego Tardío (Late Pool Fire)		Peligro	Peligro

**Efectos Radiación: Elipse Charco Fuego Tardío**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Nivel de Radiación	1,4	kW/m2	219,887	206,916
Nivel de Radiación	5	kW/m2	105,026	98,647
Nivel de Radiación	37,5	kW/m2	No Alcanzado	No Alcanzado

**Zona del Fogonazo**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

			Distancia (m)	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	481,338	362,216
Máxima Medida	7405,91	ppm	382,591	274,77
			Alturas (m) para las distancias mencio	
			Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Máxima Medida	3702,96	ppm	0	0
Máxima Medida	7405,91	ppm	0	0

Fecha: 08/06/2020

7 de 9

Hora: 20:55:04

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Efectos de Explosión: Explosión Retardada**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEGI-10"

Modelo de Explosión Usado: Multi-energía: Confinado uniforme

Criterio de Localización de la Explosión: Frente de la nube (Fracción del LII)

Todas las distancias están medidas desde la fuente de emisión

Todos los resultados inflamables son reportados a la altura de la línea central de la nube

		Máxima Distancia (m) al nivel de Sobrepresión	
		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Sobrepresión	0,5 psi	1366,4	922,737
Sobrepresión	1 psi	959,093	664,156
Sobrepresión	3 psi	685,354	490,371
Datos suplementarios en 0,5 psi			
		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada	kg	35804,7	9161,57
Masa Inflamable Usada	kg	35804,7	9161,57
Radio de Sobrepresión	m	886,398	562,737
Distancia a:			
- Fuente de ignición	m	480	360
- Frente de la nube/Centro	m	480	360
- Centro de la Explosión	m	480	360
Datos suplementarios en 1 psi			
		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada	kg	35804,7	9161,57
Masa Inflamable Usada	kg	35804,7	9161,57
Radio de Sobrepresión	m	479,093	304,156
Distancia a:			
- Fuente de ignición	m	480	360
- Frente de la nube/Centro	m	480	360
- Centro de la Explosión	m	480	360
Datos suplementarios en 3 psi			
		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Masa Inflamable Suministrada	kg	35804,7	9161,57
Masa Inflamable Usada	kg	35804,7	9161,57
Radio de Sobrepresión	m	205,354	130,371
Distancia a:			
- Fuente de ignición	m	480	360
- Frente de la nube/Centro	m	480	360
- Centro de la Explosión	m	480	360

**REPORTE RESUMEN**

Número Único de Auditoría: 28.459

Carpeta del Estudio: ERA-OLEO 1.128

Phast 7,11

**Condiciones del Clima**
**Ruta:** OLEODUCTO\PC01\SEG1-10"

		Categoría 1.5/F	Categoría 1.5/AB
Velocidad del Viento	m/s	1,5	1,5
Estabilidad de Pasquill		F	A/B
Temperatura Atmosférica	degC	25	25
Temperatura de la Superficie	degC	25	25
Humedad relativa	fraction	0,5	0,5

- Diagramas de Pétalos

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113  
FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113  
FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO (SECRETO INDUSTRIAL), INFORMACIÓN PROTEGIDA BAJO LOS ART. 113 FRACCIÓN II DE LA LFTAIP Y 116 TERCER PÁRRAFO DE LA LGTAIP.

### **XIII.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

800-16400-DCO-GT-75 Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Proceso. Rev. 2\_2015.

Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2016 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.--México: INEGI, 2016.

API 570. Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems. November 2009.

API RECOMMENDED PRACTICE 14C. Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms.

API RECOMMENDED PRACTICE 14J. Recommended Practice for Design and Hazards Analysis for Offshore Production Facilities.

COMERI 144 Rev. 2\_2010. Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

CREUS SOLE A. Fiabilidad y seguridad (Cap.7) Barcelona, Ed. Marcombo S.A., 1992 y REASON, J. L'erreur humaine Paris, Presses Universitaires de France, 1993.

DCO-GDOESSSPA-CT-001 Rev. 1\_2011. Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos.

GO-SS-TC-0002-2015. Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los Proyectos y/o instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. Mayo 2015.

GO-SS-TC-0003-2015 Guía Operativa para el Emplazamiento a Paro Seguro de las Instalaciones, Equipos y/o Sistemas en Condiciones Críticas de Seguridad.

ISO 17776. Petroleum and natural gas industries-offshore production installations - major accident hazard management during the design of new installations.

J.M. Storch de García MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS.

JAYET, LEPLAT, GUILLERMAIN, MAZET, MARIOTON, PONDAVEN, ABELA, ROGER, MAZEAU DOSSIER: Fiabilité et erreurs humaines Performances humaines & techniques, Septembre-octobre 1993, nº 66.

Joaquim Casal / Elena Montiel / Eulália Planas / Juan A. Vílchez. Análisis de riesgo en instalaciones industriales / Ediciones UPC. Septiembre 1999

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Construcción de un Oleoducto de 10" Ø x 0+309.405 km de la Batería de Separación Cinco Presidentes No. 2 a la Interconexión con el Oleoducto de 10"Ø Rodador-CPGLV, Capítulo II y IV.

NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

NRF-018-PEMEX-2014. Análisis de Riesgos.

Phast Professional 7.11, Det Norske Veritas.

Rumiche, F & Indacochea F. Estudios de Caso de Fallas y Accidentes en Gasoductos y Oleoductos. Joining Science & Advanced Materials Research Laboratory Materials Engineering Department University of Illinois at Chicago, Chicago IL 60607 - USA