

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Perforación Exploratoria de Yaxchilán Este 1-  
EXP en el Área Contractual 4, Golfo de  
México

Marzo 2019

**CONTENIDO**

<b>1.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>III</b>
1.1	Ubicación física del Proyecto.....	III
<b>2.</b>	<b>TIPO DE OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDE LLEVAR A CABO</b> .....	<b>III</b>
2.1	Naturaleza del Proyecto y etapas a desarrollar .....	III
2.2	Programa de Trabajo.....	III
<b>3.</b>	<b>RECURSOS REQUERIDOS EN TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO</b> .....	<b>IV</b>
3.1	Base de suministro: Coatzacoalcos .....	IV
3.2	Personal.....	IV
3.3	Embarcaciones .....	IV
3.4	Equipo .....	IV
3.5	Lodos de perforación y sustancias químicas .....	IV
3.6	Agua .....	V
3.7	Energía y combustible .....	V
<b>4.</b>	<b>RESIDUOS QUE SE GENERARÁN DURANTE TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO</b> .....	<b>V</b>
4.1	Residuos generales de la operación.....	V
4.2	Aguas residuales .....	V
4.3	Emisiones a la atmósfera.....	VI
4.4	Emisiones de ruido, vibraciones y radiaciones luminosas .....	VI
4.4.1	Ruido .....	VI
4.4.2	Vibraciones .....	VI
4.4.3	Radiaciones luminosas .....	VI
<b>5.</b>	<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y OTROS TEMAS DE VINCULACIÓN LEGAL</b> .....	<b>VII</b>
5.1	Normas oficiales mexicanas .....	VII
5.1.1	Calidad del agua .....	VII
5.1.2	Residuos peligrosos.....	VII
5.1.3	Lodos y biosólidos .....	VII
5.1.4	Residuos de manejo especial .....	VII
5.1.5	Residuos biológico infecciosos .....	VII
5.1.6	Registro de emisiones y transferencia de contaminantes .....	VII
5.1.7	Especies protegidas.....	VIII
5.1.8	Contaminación marina .....	VIII
5.1.9	Suelos.....	VIII
5.1.10	Puertos .....	VIII
5.2	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) .....	VIII
5.3	Tratados internacionales.....	VIII
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL</b> .....	<b>IX</b>
6.1	Medio abiótico.....	IX
6.1.1	Geología y geomorfología .....	IX
6.1.2	Clima y meteorología .....	IX
6.1.3	Calidad del agua y sedimento marino.....	IX
6.2	Medio biótico.....	X
6.2.1	Necton .....	X

6.2.2	Aves .....	X
6.2.3	Mamíferos marinos .....	XI
6.2.4	Tortugas marinas .....	XI
6.3	Medio socioeconómico .....	XI
6.3.1	Paisaje .....	XI
<b>7.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>XI</b>
7.1	Impactos directos.....	XI
7.1.1	Aire .....	XI
7.1.2	Agua .....	XII
7.1.3	Lecho marino .....	XII
7.1.4	Biota marina.....	XII
7.1.5	Paisaje .....	XII
7.1.6	Social.....	XII
7.2	Impactos acumulativos .....	XII
7.3	Impactos sinérgicos .....	XIII
7.4	Impactos residuales.....	XIII
<b>8.</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....</b>	<b>XIII</b>
8.1	Seguimiento y control .....	XIII
8.2	Planes y programas específicos .....	XIV
<b>9.</b>	<b>ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....</b>	<b>XV</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>XX</b>

## 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto objeto de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) consiste en la perforación de un pozo exploratorio con el nombre de Yaxchilán Este- 1EXP dentro del Área Contractual 4 (AC4) en la Cuenta Salina en el Golfo de México Profundo. Dicho documento es promovido por la empresa PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V. (PCCMO) con base en el contrato CNH-R01-A4.CS/2016 otorgado por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH).

### 1.1 Ubicación física del Proyecto

La ubicación del Proyecto corresponde a la del pozo Yaxchilán Este 1-EXP dentro del AC4, cuyas coordenadas geográficas son Lat. 19° 31' 45.05" N, Long. 94° 15' 27.34" O (México ITRF2008).

Para mayor información sobre los temas contenidos en esta sección, por favor consultar el Capítulo 1 y el Capítulo 2 de la presente MIA-R.

## 2. TIPO DE OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PRETENDE LLEVAR A CABO

### 2.1 Naturaleza del Proyecto y etapas a desarrollar

El Área del Proyecto ha sido seleccionada basada en los resultados de diversos estudios y prospecciones sísmicas y geológicas. De acuerdo a lo anterior, el principal objetivo del Proyecto es evaluar la presencia de hidrocarburos en los yacimientos de formaciones clásticas del Oligoceno y las rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico en el Pozo Yaxchilán Este-1EXP dentro del Área Contractual 4.

El Proyecto comprenderá las siguientes etapas o actividades:

1. Preparación y movilización
2. Perforación exploratoria: constará de 7 intervalos de perforación.

El plan de perforación contempla dos escenarios posibles de acuerdo al resultado obtenido con la perforación:

- a. En caso de que al perforar el pozo se considere seco se procederá a su abandono.
  - b. En caso de que se considere que el pozo sea exitoso y se descubran hidrocarburos, continuarán las actividades exploratorias; posteriormente se iniciaría la etapa de abandono.
3. Desmovilización y abandono: el abandono se realizará de acuerdo a dos técnicas que serán seleccionadas con base en la mejor opción técnico-económica y la disponibilidad de herramientas y materiales al momento del abandono.

### 2.2 Programa de Trabajo

El Proyecto contempla una duración total de 17 semanas, de las cuales, de acuerdo al escenario elegido, la perforación y abandono pueden variar en relación al estado del pozo "seco o exitoso".

### 3. RECURSOS REQUERIDOS EN TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

#### 3.1 Base de suministro: Coatzacoalcos

La movilización de las embarcaciones a emplear; así como del personal y equipo requerido para el Proyecto se realizará desde su lugar de origen al puerto de Coatzacoalcos. Este puerto será empleado durante todas las etapas del Proyecto como punto de contacto con tierra para el reabastecimiento de material, equipo, personal y demás insumos requeridos para la ejecución del Proyecto.

Los servicios requeridos por el Proyecto serán obtenidos de este recinto empleando la infraestructura existente, por lo que la adquisición o contratación de insumos y servicios no significará el desarrollo de nuevas capacidades.

#### 3.2 Personal

El personal para las actividades del Proyecto será mano de obra calificada que provendrá del extranjero, sin embargo, el Regulado cumplirá con los requerimientos de contenido nacional para aquellas actividades donde haya mano de obra calificada para las tareas y que cumplan con el perfil requerido. Durante las actividades de perforación el personal laborará en turnos de 12 horas con guardias de entre 14 y 28 días.

#### 3.3 Embarcaciones

El Proyecto requerirá de un buque de perforación, así como de cuatro embarcaciones del tipo abastecedor/transporte para el suministro periódico de insumos y para el transporte de personal cuando los cambios de guardia sean requeridos.

El ROWAN Renaissance es un barco con bandera de las Islas Marshall del tipo perforador. Ésta embarcación es de 6<sup>ta</sup> Generación para Aguas Ultra profundas, con doble actividad y un Sistema de Posicionamiento Dinámico Clase. Adicionalmente el Proyecto contará con 4 embarcaciones del tipo buque abastecedor (PSV) y una del tipo rápida (FSIV) para el traslado de personal.

#### 3.4 Equipo

Todos los equipos empleados para el Proyecto cumplirán con Marpol 73/78, Anexo I y IV para prevenir la contaminación al mar. La maquinaria de perforación a bordo del ROWAN Renaissance está conformado principalmente de un equipo de doble torre, *top drivers*, malacates, compensadores de movimiento, tensionadores del *riser*, *riser*, mesas rotaria y bombas de lodo.

Adicionalmente la embarcación de perforación contará con equipo para la prevención de la contaminación como plantas de tratamiento de aguas, compactador de residuos, triturador de alimentos, separador agua y aceite y un sistema *zero pollution* para reducir el volumen de residuos líquidos que regresan a tierra.

#### 3.5 Lodos de perforación y sustancias químicas

Para los primeros tres intervalos de perforación se emplearán lodos base agua; mientras que para los cuatro restantes se aplicará fluido sintético. El lodo base agua no regresará a la superficie mientras que el fluido sintético será almacenado para su posterior disposición en tierra.

Los productos químicos empleados para la perforación exploratoria serán adquiridos por proveedores internacionales y serán transportados a la base de suministro o por la embarcación de perforación. Las principales sustancias químicas a emplear serán los compuestos de los que están formados los lodos de perforación entre los que se encuentran la barita y el aditivo para lodos MG3.

### 3.6 Agua

Para la ejecución del Proyecto se empleará agua potable y agua de mar. El agua potable en la embarcación de perforación será obtenida de plantas desalinizadoras por destilación. El agua potable de las embarcaciones de apoyo que se utilice para la preparación de alimentos e higiene personal será suministrada en el puerto base y se almacenará en las embarcaciones.

### 3.7 Energía y combustible

Para las actividades de perforación del pozo se requiere electricidad la cual será generada en las embarcaciones. El barco perforador cuenta con dos generadores; cada uno posee una capacidad de salida de 9500.0KVA y un voltaje de 1100Vac.

El combustible empleado para todas las embarcaciones será diésel marino o del tipo MGO (Marine Gas Oil) con bajo contenido de azufre (0.5-0.8%). Este será suministrado en el puerto base o directamente por las embarcaciones de apoyo. Se estima que la embarcación de perforación tendrá un consumo durante la perforación de aproximadamente 52 m<sup>3</sup>/día de combustible.

## 4. RESIDUOS QUE SE GENERARÁN DURANTE TODAS LAS ETAPAS DEL PROYECTO

El Regulado desarrollará un plan de gestión de los residuos en cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y sus reglamentos y el convenio MARPOL 73/78.

### 4.1 Residuos generales de la operación

Durante todas las etapas del Proyecto las embarcaciones producirán residuos sólidos y líquidos lo cuales serán almacenados de manera temporal en las embarcaciones para posteriormente ser entregadas en el puerto base a un tercero autorizado para su disposición final.

Los principales residuos a generar por el Proyecto serán:

1. Residuos sólidos urbanos: principalmente residuos orgánicos, plástico no reciclable y envases.
2. Residuos de manejo especial: como residuos metálicos y lodos de perforación.
3. Residuos peligrosos: aceites, lubricantes, crudos.

La etapa de perforación generará aproximadamente 550 m<sup>3</sup> de residuos de manejo especial provenientes de los lodos de perforación. Dichos residuos se producirán durante los últimos cuatro intervalos de perforación en donde los lodos a aplicar son del tipo sintético. Estos residuos serán almacenados temporalmente en contenedores específicos para recortes de perforación. La disposición final de dichos residuos se realizará en tierra por un tercero autorizado.

### 4.2 Aguas residuales

Las aguas residuales que se generarán serán del tipo:

- a. Domésticas: generadas por el uso de aguas para aseo personal.
- b. Industrial: provenientes de las actividades de perforación y de la operación del buque como: agua de sentina, de lastre, del mantenimiento de equipo y de residuos de las plantas de tratamiento.

El buque perforador cuenta con tres plantas de tratamiento en donde serán tratadas las aguas residuales generadas por el Proyecto.

Las aguas residuales que tengan contenidos oleosos pasarán por un sistema de separación agua-aceite. Este sistema reduce el contenido de aceites del agua, retiene partículas sólidas y partículas pequeñas de hidrocarburos.

Las aguas residuales provenientes de los drenajes de la embarcación podrán ser descargados al mar posterior a su tratamiento y si toda vez cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional (NOM-001-SEMARNAT-1996) y en convenios internacionales como MARPOL.

### 4.3 Emisiones a la atmósfera

Las principales fuentes de emisiones a la atmósfera serán los motores de las embarcaciones para su operación y la fuente de energía para la perforación. Ninguna de las embarcaciones empleará quemadores dentro de sus operaciones rutinarias.

Las emisiones estarán constituidas por diversos compuestos en donde destacan el monóxido y bióxido de carbono ( $\text{CO}_x$ ), óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), óxidos de Azufre ( $\text{SO}_x$ ), gases remanentes como oxígeno, combustible sin reaccionar, Nitrógeno gaseoso y partículas constituidas principalmente por carbono.

### 4.4 Emisiones de ruido, vibraciones y radiaciones luminosas

#### 4.4.1 Ruido

La generación del ruido ambiental durante el desarrollo de las actividades del Proyecto se presentará en los trabajos de pilotaje, durante las maniobras de perforación y la operación de las embarcaciones, que generalmente están en constante movimiento y su emisión de ruido es continua, ya que sus motores y equipos estarán funcionando durante el proceso de perforación de los pozos.

Las emisiones de ruido que se generen en superficie se propagarán libremente en el ambiente por ser espacios abiertos en donde se realizará la perforación. En el caso del ruido submarino, las ondas se propagarán libremente, sin embargo, es importante tener en consideración a los principales receptores de este.

La legislación nacional establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido para un ambiente laboral con un enfoque a los empleados expuestos a un nivel de ruido y no al impacto que le ocasionan al medio ambiente. Considerando que el personal que labora cerca de los equipos y maquinaria, pueden estar expuesto al ruido que generan, se utilizará equipo de protección auditiva como medida preventiva a la exposición y dispersión del ruido.

#### 4.4.2 Vibraciones

El movimiento del equipo de perforación genera un nivel de vibración la cual depende de las condiciones de la maquinaria y del fondo marino. Durante la etapa de perforación de pozos se generarán vibraciones por el uso del buque perforador en el lecho marino.

#### 4.4.3 Radiaciones luminosas

No se estima radiactividad térmica dado que no se hará uso como parte de las actividades de rutina de quemadores durante la perforación exploratoria. En cuanto a contaminación por radiación luminosa, no habrá fuentes luminosas intensas dirigidas directamente hacia el mar.

Para mayor información sobre los temas contenidos en esta sección, por favor consultar el Capítulo 2 de la presente MIA-R.

## **5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL, ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS Y OTROS TEMAS DE VINCULACIÓN LEGAL**

### **5.1 Normas oficiales mexicanas**

La SEMARNAT y la ASEA han expedido NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

#### **5.1.1 Calidad del agua**

NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

#### **5.1.2 Residuos peligrosos**

NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

#### **5.1.3 Lodos y biosólidos**

NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental. - Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

#### **5.1.4 Residuos de manejo especial**

NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

#### **5.1.5 Residuos biológico infecciosos**

NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

#### **5.1.6 Registro de emisiones y transferencia de contaminantes**

NORMA Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

### 5.1.7 Especies protegidas

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

### 5.1.8 Contaminación marina

NOM-036-SCT4-2007, Administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.

NOM-149-SEMARNAT-2006 que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse durante las etapas de la perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en zonas marinas mexicanas, con objeto de prevenir y mitigar los impactos ambientales que puedan generar estas actividades.

### 5.1.9 Suelos

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

### 5.1.10 Puertos

NOM-002-SCT4-2003, terminología marítima-portuaria.

## 5.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc)

El Proyecto se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 185 y 187 perteneciente a la zona marina de competencia federal. La UGA 185 y 187 señalan diversos criterios de regulación ecológica, a los cuales el Proyecto se apegará durante todas las etapas. La vinculación específica de dichos criterios con las actividades del Proyecto se puede consultar en el Capítulo 3.

## 5.3 Tratados internacionales

En el marco internacional, México ha firmado convenios en relación con la prevención de la contaminación del mar y la seguridad humana en el mar; los principales convenios a los que el proyecto se apegará son:

1. Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BMW).
2. Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar (Convenio de formación), en su forma enmendada, incluidas las enmiendas de 1995 y las enmiendas de Manila de 2010.
3. Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 (Reglamento de abordajes 1972).
4. Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969
5. Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.
6. SOLAS (*Safety of Life at Sea*).

7. Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78).
8. Código de Protección de Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP)

Para mayor información sobre los temas contenidos en esta sección, por favor consultar el Capítulo 3 de la presente MIA-R.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

El establecimiento del SAR se realizó a partir de las UGA del POEMyRGMMyMC para el establecimiento del contexto regional. El AC4 se encuentra dentro de la UGA No. 185 y No. 187; para acotar la descripción del contexto regional también se tomó en cuenta la batimetría.

### 6.1 Medio abiótico

En esta sección se presenta una descripción de las características abióticas existentes dentro del AC4 con base en el análisis de los resultados presentados en la Línea Base Ambiental (LBA).

#### 6.1.1 Geología y geomorfología

El AC4 se ubica en la provincia geológica “Cuenca Salina”, la cual se localiza al oriente de la Provincia Geológica “Planicie Abisal del Golfo de México” y se caracteriza por presentar diferentes estilos de deformación relacionados con eventos tectónicos compresivos y tectónica salina.

#### 6.1.2 Clima y meteorología

El clima dominante en la porción terrestre más cercana al AC4, la costa Veracruzana, es de tipo caliente cálido húmedo con una temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C.

La temperatura del agua se caracteriza por presentar temperaturas de entre 28 °C y 29 °C en verano con incrementos de noroeste a sureste en las aguas superficiales. Por otro lado, en invierno, durante la temporada de nortes, la temperatura del agua superficial disminuye hasta los 18 °C y 19 °C.

La zona del Golfo de México se caracteriza por la abundancia de eventos meteorológicos extremos a lo largo del año. Las masas de aire frío continentales y los sistemas de alta presión (ej., 1,028 hPa), las rachas de fuertes vientos (ej., 100 km/h) y los cambios en el nivel del mar (hasta 4 m) caracterizan a los nortes que se presentan en la zona.

Los vientos dominantes en el área de estudio son del noreste, con cambios al noroeste de mayo a agosto, los cuales corresponden a vientos alisos modificados ligeramente en su dirección por condiciones regionales que se imponen en la circulación general de la atmósfera.

#### 6.1.3 Calidad del agua y sedimento marino

En esta sección se presentan los análisis realizados a las muestras de agua y sedimento tomadas del AC4 en la LBA, a las cuales se le realizaron (a) análisis fisicoquímicos, (b) análisis de contenido de hidrocarburos, (c) análisis de contenido de nutrientes y (d) análisis de contenido de metales.

### 6.1.3.1 Hidrocarburos

En los análisis de muestras de agua en el AC4 no se detectaron HTP, HAP ni BTEX en concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio.

Para sedimento el análisis de HTP detectó concentraciones por arriba de los límites de cuantificación del laboratorio exclusivamente para la fracción media. Para las fracciones ligera y pesada no se obtuvieron detecciones.

### 6.1.3.2 Metales

En las muestras de agua del AC4 se presentaron detecciones de: aluminio, bario, hierro y zinc.

En las muestras de sedimento, se registraron concentraciones detectables de aluminio, zinc, cobalto, cobre, cromo, hierro, níquel, plomo y vanadio que *no* superaron los valores límite de referencia. Solo en el caso del bario y manganeso, los niveles de concentración en la mayoría de estaciones de muestreo excedieron límite establecido.

### 6.1.3.3 Biomarcadores

#### 17 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-hopano

Los resultados de las tasas de 17 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-hopano/C18, 17 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-hopano/fitano, 17 $\alpha$ (H),21 $\beta$ (H)-hopano/n-alkanes indican que la contaminación por hidrocarburos es de origen antropogénico y no por petróleo crudo.

#### ICP

Los valores obtenidos de ICP indican que la fuente de los hidrocarburos es petrogénica provenientes de un ambiente carbonatado.

#### Razón Pristano:Fitano

Las relaciones Pristano/Fitano sugieren la presencia de hidrocarburos derivados del petróleo.

#### Razón Pristano: alcanos C17 y Fitano: alcanos C18

El promedio de las razones entre Pristano y alcanos C17 y de Fitano y alcanos C18 indican que la presencia de hidrocarburos proviene de una fuente petrogénica.

## 6.2 Medio biótico

Los elementos del medio biótico que fueron caracterizados en el los análisis se dividen en 6 grupos generales, con algunas subdivisiones desarrolladas en sus respectivos apartados: plancton (fitoplancton y zooplancton), bentos (macro y meiobentos), ictiofauna, avifauna, mamíferos y tortugas marinas.

### 6.2.1 Necton

Se reportaron cuatro especies: *cintilla Lepidopus caudatus*, *calamar Loligo pealei*, *jurel Caranx hippos* y *tiburón cazón Galeorhinus galeus*.

### 6.2.2 Aves

En el AC4 se observaron un total de 22 individuos de siete especies. La especie con mayor número de registros fue el "Charrán Albinegro" *Onychoprion fuscatus*, seguida de la "Gaviota de Franklin" *Leucophaeus pipixcan* y del "Bobo Café" *Sula leucogaster*. Ninguna de las especies está en peligro o

bajo alguna categoría especial, según la legislación mexicana ni el estatus en la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2018; SEMARNAT, 2010).

### 6.2.3 Mamíferos marinos

Se registraron 10 individuos que corresponden a una sola especie “delfín moteado” *Stenella attenuata*. En cuanto a su categoría de conservación, esta especie se encuentra en la lista de especies en riesgo de acuerdo a la Legislación Nacional, NOM-059-SEMARNAT-2010. En las listas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), la especie de delfín moteado del atlántico *Stenella attenuata*, se incluye dentro de la categoría de Preocupación menor (LC, Least concern por sus siglas en inglés).

### 6.2.4 Tortugas marinas

No se registraron avistamientos de tortugas marinas en el AC. No resulta anormal encontrar carentes o nulos avistamientos, pues las tortugas suelen ser avistadas cerca de la costa o bien en zonas donde el sustrato les provea alimento. El no avistarles no asegura su ausencia, si bien no es común encontrarles dado el tamaño y su comportamiento evasivo es importante mencionar que de las 11 especies de tortugas marinas que existen en todo el mundo, cinco de ellas habitan en el Golfo de México.

## 6.3 Medio socioeconómico

El medio socioeconómico abarca las actividades del Proyecto podrían impactar de manera diferenciada a las personas que se pueden ver involucradas con base en el área definida por el SAR. El AC4 no posee una zona que incida en poblaciones directamente.

La base de suministros será en el Puerto de Coatzacoalcos, Veracruz. El Puerto es considerado como punto de referencia más importante en el sur de Veracruz debido a su ubicación estratégica y desarrollo, que le ha permitido ser un centro de distribución de distintas mercancías así como por considerarse uno de los puertos más importantes en la producción petroquímica y petrolera del país.

Al tratarse de un Proyecto costa afuera la pesca artesanal constituye la principal actividad económica que se desarrolla en aguas someras en las costas cercanas al AC4 y sus inmediaciones. No obstante, el Proyecto se localiza a 160 kilómetros del puerto de Coatzacoalcos, Veracruz, por lo que cualquier afectación a la pesca artesanal sólo podría ser solo un pequeño porcentaje en la movilización de embarcaciones al salir/entrar al puerto al pasar por áreas donde se realiza pesca.

### 6.3.1 Paisaje

El Proyecto se ubica en la zona marina del Golfo de México, en donde el paisaje está caracterizado por un cuerpo de agua constante, e históricamente explotada por el sector de hidrocarburos. En análisis de que realizó sobre el paisaje arrojó que el área del entorno del Proyecto presenta una *Calidad Visual Baja*.

## 7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 7.1 Impactos directos

#### 7.1.1 Aire

Se identificó un impacto: afectación a la calidad del aire por emisiones procedentes de fuentes móviles de combustión. Dicho impacto tiene una valoración insignificante posterior a aplicación de las medidas de mitigación.

### 7.1.2 Agua

Reducción en la calidad de agua por descarga de aguas domésticas, efluentes (planta desaladora) y vertimientos de residuos orgánicos de alimentos triturados; es el único impacto identificado para este receptor. La significancia presenta un valor insignificante una vez que las medidas de mitigación se apliquen.

### 7.1.3 Lecho marino

El impacto identificado para este receptor se enfoca en la estructura y calidad del sedimento marino. El impacto es la alteración de las características fisicoquímicas del lecho marino derivado de las actividades de perforación para el pozo del Proyecto. La significancia posterior a las medidas es insignificante.

### 7.1.4 Biota marina

Se identificaron tres impactos directos a la biota, siendo el impacto al necton el de mayor significancia. El impacto identificado es alteración en la distribución espacial de peces, mamíferos y tortugas marinos derivado de cambios fisicoquímicos en el agua. Estos cambios también pueden incluir disponibilidad de nutrientes (por descarga de aguas y residuos orgánicos) y ruido generado por las embarcaciones y la perforación. La significancia posterior a las medidas de mitigación es menor.

### 7.1.5 Paisaje

No existe impacto al paisaje dado que la localización del Proyecto está a más de 100 km de la costa y la adición del tránsito de las embarcaciones requeridas para el mismo, no será significativo al puerto de Coatzacoalcos debido a su gran afluencia y tránsito.

### 7.1.6 Social

Se identificaron tres impactos de los cuales uno presenta una significancia moderada, cambiando a menor con las medidas de mitigación: Lesiones en el trabajo asociadas a la operación de embarcaciones y maquinaria. Otro impacto identificado se evaluó como positivo: El Proyecto creará la necesidad de algunos servicios como alimentación, insumos y hospedaje, con lo que se contribuirá a la economía local temporalmente; teniendo como receptor principal a la población en general.

## 7.2 Impactos acumulativos

1. Impacto a la calidad del aire por emisiones de embarcaciones
2. Modificación a la composición del sedimento a causa de los fluidos de perforación o derrames.
3. Reducción en la calidad de agua por descarga de aguas domésticas, efluentes (planta desaladora) y vertimientos de residuos orgánicos de alimentos triturados.
4. Afectación de comunidades de fitoplancton, zooplancton, ictioplancton por cambios fisicoquímicos en la columna de agua de manera temporal y local en la zona. Reducción de productividad primaria por deterioro de las propiedades de la columna de agua. Cambios en la composición de especies y sus abundancias temporalmente.
5. Alteración de las comunidades bentónicas derivado de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.
6. Cambios en la distribución espacial de especies de mamíferos marinos, aves y otras especies marinas por la presencia de infraestructura y embarcaciones.

7. Modificación-disminución de la calidad del paisaje por tránsito de embarcaciones y la instalación de infraestructura petrolera.
8. Restricción de las zonas de pesca por la presencia de embarcaciones e infraestructura petrolera.

### 7.3 Impactos sinérgicos

1. Reducción en la calidad de agua por descarga de aguas domésticas, efluentes (planta desaladora) y vertimientos de residuos orgánicos de alimentos triturados; modificación a la composición del sedimento a causa de los fluidos de perforación o derrames.
2. Cambios en la abundancia de plancton y necton derivado de alteraciones a la calidad del agua por descargas.
3. Alteraciones a la calidad visual y restricción de zonas de pesca por el tránsito y operación de embarcaciones.

### 7.4 Impactos residuales

1. Modificación de la estructura del lecho marino a causa de la perforación exploratoria.
2. Alteración de las comunidades bentónicas derivado de las actividades de perforación, cementación y taponamiento.

De acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales, no se identificaron impactos significativos en el entorno físico y biológico. La duración y la ubicación del Proyecto, cuando se combina con las medidas de mitigación propuestas, produce los impactos potenciales que varían en un rango de insignificante a menor. Lo anterior, combinado con los beneficios económicos que pueden ser favorables al país por la apertura del sector de hidrocarburos en las aguas del Golfo de México, permitirá que el Proyecto se pueda desarrollar generando el menor impacto ambiental posible para el tipo de actividad a desarrollar.

## 8. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### 8.1 Seguimiento y control

Una vez que se ha caracterizado un impacto usando la metodología descrita en el Capítulo 5, el siguiente paso es evaluar cuáles son las medidas de mitigación que se requieren para minimizar la perturbación a los receptores.

Todas las medidas establecidas estarán a cargo del Regulado, quien, en el caso de contratar empresas para realizar actividades específicas del Proyecto vigilará el cumplimiento de las medidas a continuación mencionadas (Tabla 8.1).

**Tabla 8.1 Resumen de las principales medidas de mitigación propuestas para el Proyecto**

<b>Impactos directos, acumulativos, sinérgicos y residuales</b>	<b>Medida de manejo o control</b>	<b>Objetivo de la medida</b>
Aire	Programa de mantenimiento y plan para evitar la contaminación	Asegurar que los buques empleados cumplirán con la legislación aplicable en materia de emisión de gases.

Agua y plancton	Implementación de medidas de manejo adecuado para residuos domésticos, aguas residuales y de manejo especial según legislación mexicana y MARPOL 73/78; disposición y tratamiento de los mismos y del plan de Emergencia para casos por contaminación por petróleo (SOPEP).	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Que los buques logren preservar las condiciones de la calidad del agua al momento del Proyecto o alterar en lo mínimo posible sus propiedades fisicoquímicas.</li> <li>■ Que el efluente a ser vertido cumpla con los LMP para poder ser descargado en el mar; así mismo que los desperdicios de alimentos puedan ser aprovechados por la fauna marina a través de la trituración.</li> <li>■ Contar con un plan de gestión de residuos para evitar que estos sean arrojados al mar.</li> </ul>
Lecho marino y bentos	Aplicación de buenas prácticas para el diseño, selección, operación y mantenimiento de sistemas de perforación y del posicionamiento dinámico.	Apego a los diseños establecidos y control en el proceso de perforación e instalación de estructuras (tuberías) evitando daños en áreas adyacentes a la zona del Proyecto.
Necton	Programa de actividades y trabajo. Mantenimiento preventivo Abstinencia de cambios innecesarios en la ruta de navegación planificada	Garantizar que las actividades durante la operación y abandono se mantengan en los sitios indicados evitando afectaciones a fauna adyacente.
Social	Apego a los protocolos y reglas de seguridad, manejo de cambio, prevención de accidentes	Evitar accidentes o enfermedades laborales derivadas de la ejecución de las actividades del Proyecto

Fuente: ERM, 2019

## 8.2 Planes y programas específicos

Las Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales se consolidan en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual es el conjunto de medidas y planes que han sido elaborados para su aplicación y ejecución durante las actividades de perforación exploratoria en el Área Contractual 4.

Para el presente Proyecto se han considerado los siguientes programas, los cuales se han diseñado para prevenir, reducir y mitigar los impactos y riesgos ambientales adversos, teniendo en cuenta los lineamientos y las mejores prácticas a nivel internacional asociadas a operaciones costa afuera. Los planes propuestos son:

1. Plan de Monitoreo Ambiental (PMA): incluye los siguientes planes

- a. Monitoreo de calidad y estructura del lecho y sedimento marino.
  - b. Plan de Manejo de Residuos
  - c. Plan de Manejo de Aguas Residuales
  - d. Plan de Manejo de Lodos y Cortes de Perforación
2. Plan de Salud y Seguridad Industrial.
  3. Plan de Atención de Emergencias
  4. Plan de Abandono.

## 9. ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El Estudio de Riesgo fue elaborado con base en la Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburo publicada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Para propósito de presentación del ARSH el enfoque presentado en las etapas de identificación de peligros y análisis de consecuencias incluyen todas las operaciones en la plataforma de perforación y no únicamente las operaciones con actividades altamente riesgosas.

El presente Proyecto, comprenderá las actividades de exploración de hidrocarburos que se llevarán a cabo en el área de interés, Área Contractual 4 (AC4), con un área aproximada de 2,358.74 km<sup>2</sup>, se localiza dentro del AC4 en la Cuenca Salina del Golfo de México Profundo a 152 km de las costas de Coatzacoalcos, Veracruz.

El Proyecto consiste en la perforación de un pozo exploratorio con el nombre de Yaxchilán Este- 1EXP dentro del AC4 en la Cuenta Salina en el Golfo de México Profundo. Este pozo posee un tirante de agua de 1,085 m.

El proyecto contempla la realización de las siguientes operaciones:

- Preparación y Movilización de la embarcación de perforación dentro del área contractual;
- Perforación Exploratoria, que incluye:
  - Actividades operativas rutinarias (operaciones generales de perforación, cambio de tripulación, transferencia de personal hacia/ desde la unidad de perforación, etc.);
  - Actividades operativas no rutinarias (como emergencias, mantenimientos mayores, suspensión temporal de actividades, etc.); y
- Desmovilización y Abandono del pozo.

Para las operaciones del proyecto se utilizará un buque de perforación o *Drillship*, denominado “*Rowan Renaissance*”. Las bases del diseño del buque son los estándares internacionales definidos en la administración de clase y abanderamiento y el control del estado del puerto. La clasificación implica la verificación contra un conjunto de requerimientos durante el diseño, la construcción y la operación de barcos y unidades de alta mar.

El objetivo de un análisis de riesgo es identificar las causas y condiciones que podrían provocar desviaciones, incidentes y accidentes durante las diferentes operaciones del proyecto, y a partir de ello establecer medidas para evitarlos, minimizarlos o al menos atenuar los efectos que éstos pueden tener en los seres vivos, medio ambiente, en las instalaciones o equipos.

El análisis de riesgos se realizó de acuerdo al procedimiento “Proceso de Gestión de Peligros y Efectos (HEMP)” de Petronas<sup>1</sup> (PCCMO forma parte del Grupo Petronas). Este documento proporciona una descripción del Proceso de Gestión de Peligros y Efectos (Hazards and Effects Management Process, HEMP) y una guía para su aplicación a fin de garantizar la implementación de un enfoque coherente para la gestión del riesgo y una reducción continua del riesgo.

La Matriz de Clasificación de Riesgos del grupo de Empresas de Petronas (HSERM), la cual se fundamenta en metodologías reconocidas a nivel nacional o internacional, fue empleada para categorizar la severidad y la probabilidad en que puede suscitarse un impacto a la seguridad, salud y/o medio ambiente durante cualquiera de las etapas del proyecto y las acciones que deben tomarse en cuenta para mitigar los riesgos.

La HSERM del Grupo de Empresas de Petronas se aplicó para la evaluación cualitativa de riesgos de peligros para establecer la Calificación de Riesgo. Los peligros se evalúan en términos de severidad de las consecuencias (peor caso) y probabilidad (histórica) mediante el uso de los ejes X e Y. La intersección de los valores de consecuencia y probabilidad representa la clasificación de riesgo, es decir, BAJO, MEDIO, ALTO o MUY ALTO, para el peligro

La identificación de riesgos consideró los siguientes receptores para consecuencias:

- Personas
- Ambientales
- Activos

Cada actividad tiene una serie de peligros identificados, cada peligro identificado puede tener una o más causas y cada causa tiene una o más consecuencias asociadas. De esta forma, se realizó el análisis de cada uno de las consecuencias relacionadas con los peligros identificados. En total resultaron 30 peligros, 39 causas y 48 consecuencias evaluadas y jerarquizados. Ninguna consecuencia fue evaluada con una clasificación de riesgo después de salvaguardas categorizada como “Muy Alto”, tres (3) consecuencias resultaron con clasificación de riesgo Alto, mientras que se tienen diez (10) consecuencias con clasificación de riesgo Medio y treinta y cinco (35) con nivel de riesgo Bajo.

En el Anexo 9.6 se presenta el Registro de Riesgos del Proyecto de la sesión de identificación de peligros en donde se presentan todos los escenarios identificados durante la sesión, así como el nivel de riesgo asignado a cada uno de los escenarios determinado a partir de la evaluación de los niveles de impacto y probabilidad.

Los escenarios que presentan el mayor nivel de riesgo después de salvaguardas, identificados a partir de la sesión de identificación de peligros, fueron tres (3) escenarios con una clasificación de riesgo categorizada como Alta. Según el procedimiento HEMP de PCCMO, una clasificación de riesgo Alta puede ser tolerable si es soportado por la demostración de nivel ALARP. A continuación, se describen de manera breve los peligros con la mayor clasificación de riesgo después de salvaguardas (Alto).

- Pérdida de control de pozo / integridad de pozo – Flujo descontrolado de hidrocarburos al lecho marino causado por flujo de alta presión rompiendo la zapata superficial
- Pérdida de control de pozo / integridad de pozo - Flujo descontrolado de hidrocarburos al lecho marino causado por la pérdida de barreras
- Accidente de helicóptero – Fatalidad causada por Clima adverso/ Error Humano /Falla mecánica o eléctrica

<sup>1</sup> El Regulado PCCMO pertenece el grupo global de Petronas, se usa el nombre Petronas únicamente al hacer referencia a protocolos o procedimientos globales de dicha empresa.

Es importante mencionar que los escenarios relacionados con el peligro “Pérdida de control de pozo / integridad de pozo” fueron categorizados con una clasificación de riesgo después de salvaguardas categorizado como “Alto” debido a que el receptor evaluado fueron los “Activos” y este evento implica afectaciones económicas importantes. El mismo peligro evaluado para los receptores de medio Ambiente y Personas fueron evaluados con un nivel de riesgo “Mediano” y “Bajo”, respectivamente.

Basándose en lo anterior y con base en los resultados de la ejecución del taller HAZID se determinó, que para efectos del análisis de consecuencias el peligro de “Pérdida de control de pozo / integridad de pozo” jerarquizado con nivel de riesgo Alto, presentaría un efecto potencial mayor al medio ambiente por lo que fue seleccionado para modelación. Las recomendaciones técnico-operativas más importantes derivadas del análisis HAZID para este peligro son las siguientes:

- Asegurar que el seguro de gastos sea suficiente para atender las necesidades asociadas a una potencial pérdida de control de pozo derivado de las actividades de perforación
- Asegurar la presencia de un ingeniero de presión de poro a bordo durante actividades de perforación
- Llevar a cabo inspección y aceptación del equipo del buque de perforación previo a las actividades exploratorias

Posteriormente, como parte del análisis de consecuencias del presente estudio, se generó un modelo de derrame de hidrocarburo para evaluar los impactos de dos eventos de reventón no planificados (es decir, emisiones al medio ambiente de naturaleza accidental fuera de las descargas planificadas y efluentes diseñados) en forma de escenarios hipotéticos de derrames de hidrocarburos. Los dos escenarios de derrame simulados fueron:

- Escenario 1: Reventón de petróleo que contempla el tiempo máximo de llegada e instalación del equipo especializado *Capping Stack* para controlar el reventón. Con una duración 20 días (más 15 días de seguimiento).
- Escenario 2: Reventón de petróleo que contempla el tiempo necesario para la perforación de un pozo de alivio y el posterior control de pozo. Con una duración 90 días (más 30 días de seguimiento).

Se realizaron un total de dos (2) simulaciones probabilísticas (una simulación probabilística para cada Escenario). Cada simulación incluía múltiples iteraciones que cubrían un rango de condiciones hidrodinámicas y meteorológicas. Estas iteraciones se iniciaron el 1er y 15to día de cada mes durante las temporadas especificadas en el período de cinco años de 2013 a 2017 para el Escenario 1 (un total de 120 iteraciones). Para el Escenario 2, las iteraciones se iniciaron el primer día de cada mes durante las estaciones especificadas durante el mismo período de cinco años (60 iteraciones). Estas iteraciones se dividieron en tres estaciones (estación seca: de marzo a mayo; estación de lluvias: de junio a octubre, y estación anticiclónica: de noviembre a febrero).

Al mismo tiempo, se identificaron tres (3) criterios para analizar los peores casos de cada escenario:

- Criterio 1: Mayor área de hidrocarburo sobre la superficie del agua
- Criterio 2: Mayor masa de hidrocarburo en las costas
- Criterio 3: Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera

Los resultados del modelo de ambos derrames de hidrocarburo se presentan los resultados de los dos *blowout* simulados, reventón de 20 y de 90 días respectivamente con una descarga promedio de 611,819 stb/día. Para esto, se analizaron tres peores escenarios (*Worst Cases, WC*) o Criterios; *Mayor área de hidrocarburo sobre la superficie del agua, Mayor masa de hidrocarburo en las costas y Tiempo más corto*

para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera. A continuación, se resumen los resultados obtenidos para dichos escenarios:

*Criterio 1 - Mayor área de hidrocarburo sobre la superficie del agua,*

- Para el reventón con una duración de 20 días, la temporada con la mayor área potencial de superficie cubierta por hidrocarburo mayor a 1  $\mu\text{m}$  correspondió a la temporada anticiclónica con aproximadamente 329,256  $\text{km}^2$ ; mientras que, para el mismo criterio, *Mayor área de hidrocarburo sobre la superficie del agua*, la temporada de lluvias presentó la menor área superficial cubierta por hidrocarburo mayor a 1  $\mu\text{m}$  con 286,511  $\text{km}^2$ .
- Para el reventón con una duración de 90 días, la temporada con la mayor área potencial de superficie cubierta por hidrocarburo mayor a 1  $\mu\text{m}$  correspondió a la temporada seca con aproximadamente 995,168  $\text{km}^2$ ; mientras que, para el mismo criterio, *Mayor área de hidrocarburo sobre la superficie del agua*, la temporada de lluvias presentó la menor área superficial cubierta por hidrocarburo mayor a 1  $\mu\text{m}$  con 796,140  $\text{km}^2$ .

*Criterio 2 - Mayor masa de hidrocarburo en las costas*

- Para el reventón con una duración de 20 días, la temporada en donde se cubre mayor longitud de costa en México con petróleo depositado  $>100 \text{ g/m}^2$  es la temporada seca cubriendo aproximadamente 564 km de costa en México. Para el mismo criterio, la temporada en la que se deposita petróleo ( $>100 \text{ g/m}^2$ ) en menos longitud de costa es la temporada lluviosa, con 276 km.
- Para el reventón con una duración de 90 días, la temporada en donde se cubre mayor longitud de costa en México con petróleo depositado  $>100 \text{ g/m}^2$  es la temporada anticiclónica cubriendo aproximadamente 1,298 km de costa en México. Para el mismo criterio, la temporada en la que se deposita petróleo ( $>100 \text{ g/m}^2$ ) en menos longitud de costa es la temporada seca, con 1,144 km.

*Criterio 3 - Tiempo más corto para que el hidrocarburo entre en contacto con la línea costera*

- Para el reventón con una duración de 20 días, la temporada que presentó el tiempo potencial más corto para que el hidrocarburo llegue a la costa correspondió a la temporada lluviosa tardando aproximadamente 8.25 días en hacer contacto en las costas de Coatzacoalcos; mientras que, para el mismo escenario, criterio para el hidrocarburo entre en contacto con la costa, la temporada anticiclónica la mayor cantidad de tiempo con aproximadamente 9.75 días.
- Para el reventón con una duración de 90 días, la temporada que presentó el tiempo potencial más corto para que el hidrocarburo llegue a la costa correspondió a la temporada lluviosa tardando aproximadamente 8.25 días en hacer contacto en las costas de Coatzacoalcos; mientras que, para el mismo escenario, criterio para el hidrocarburo entre en contacto con la costa, la temporada anticiclónica la mayor cantidad de tiempo con aproximadamente 10.5 días.

Asimismo, se analizaron las probabilidades de deposición de hidrocarburo visible en la superficie oceánica y en la costa tomando en cuenta que el evento haya ocurrido. Las iteraciones del modelo fueron ejecutadas dos veces por mes para los cinco años de información con un total de 120 iteraciones, concluyendo lo siguiente:

*Probabilístico- Reventón con duración de derrame igual a 20 días*

- Los gráficos probabilísticos del petróleo visible (espesor  $> 0.1 \mu\text{m}$ ) después de 35 días en caso de que un reventón de crudo durara 20 días en la ubicación del pozo de exploración (Yaxchilán Este-1EXP) durante tres temporadas. El área de las trayectorias potenciales de la superficie se presenta de acuerdo con la probabilidad de que el petróleo viaje a un lugar determinado al menos una vez durante el análisis quinquenal. La iteración inicial de las simulaciones espaciadas uniformemente a

Perforación Exploratoria de Yaxchilán Este 1-EXP en el Área Contractual 4,  
Golfo de México

lo largo del período de cinco años proporciona una variedad de combinaciones de viento y corrientes oceánicas para predecir el rango de posibles trayectorias de derrames. En general, el petróleo se esparce en todas las direcciones desde la ubicación de la perforación, pero se mueve hacia las direcciones oeste y norte. En las tres estaciones, el petróleo llega hasta la frontera mexicana con Estados Unidos (Brownsville) y más allá. En caso de un reventón de 20 días, la probabilidad de que el petróleo llegue a las costas de Ciudad Madero es superior al 90% en las estaciones seca y lluviosa, y puede llegar hasta el 60% en la temporada anticiclónica.

- Se presenta la probabilidad de que se deposite un nivel significativo de hidrocarburos en la costa ( $>100 \text{ g/m}^2$ ) en las temporadas seca, lluviosa y anticiclónica para el caso de que se produzca un reventón de crudo durante el tiempo necesario para la instalación del *Capping Stack*. En las tres temporadas, la mayor parte de la extensión de la línea costera entre la ciudad Frontera (Tabasco) y la frontera de México con los Estados Unidos (Brownsville) recibe petróleo por encima del umbral significativo de contaminación de la línea costera ( $100 \text{ g/m}^2$ ) en un plazo de 35 días después de derrame de crudo que duró 20 días. Sin embargo, la probabilidad de que se depositen hidrocarburos en la costa es baja porque el petróleo tiende a viajar cerca y en paralelo a la línea costera. La extensión de los hidrocarburos costeros importantes ( $>100 \text{ g/m}^2$ ) y sus probabilidades varían ligeramente de una estación a otra.

#### *Probabilístico- Reventón con duración de derrame igual a 90 días*

- Se presentan los gráficos probabilísticos del petróleo visible (espesor  $> 0,1 \mu\text{m}$ ) después de 120 días para un reventón de crudo que tuvo una duración de 90 días durante las estaciones seca, lluviosa y anticiclónica respectivamente. Se observa que el petróleo se esparce en todas las direcciones desde el lugar de perforación, pero el petróleo viaja predominantemente hacia el oeste y el norte. Una vez que el movimiento de petróleo es limitado por las costas del Golfo de México, el petróleo se mueve hacia el norte en dirección paralela a las costas. Más tarde, el petróleo gira en el sentido de las agujas del reloj hacia la dirección este a lo largo de la costa del Golfo de México de los Estados Unidos. En caso de una explosión de crudo que dure 90 días, la probabilidad de que el petróleo pase por aguas mexicanas hacia el territorio de los Estados Unidos es superior al 90% en las tres temporadas. Durante las tres estaciones, existe la posibilidad de que el petróleo eventualmente viaje hacia el Océano Atlántico a través del Estrecho de la Florida (el paso del océano entre la Península de la Florida y Cuba). Esta probabilidad es mayor durante la temporada de lluvias (alrededor del 40%) y menor en la temporada anticiclónica (menos del 10%).
- Se presenta la probabilidad de que se deposite un nivel significativo de hidrocarburos en la costa ( $>100 \text{ g/m}^2$ ) en las temporadas seca, lluviosa y anticiclónica para el caso de que se produzca una fuga de crudo para la instalación de la chimenea de taponado. En las tres estaciones, la mayor parte de la extensión de la línea costera entre la ciudad Frontera, Tabasco y el delta del Mississippi recibe petróleo por encima del umbral significativo de contaminación de la línea costera ( $100 \text{ g/m}^2$ ) en un plazo de 120 días después de una explosión de crudo que duró 90 días. La probabilidad de que se produzca un nivel significativo de hidrocarburos en la costa supera el 90% en casi todo el tramo costero entre Coatzacoalcos y Brownsville durante la estación seca. La mayor parte de este tramo costero sigue recibiendo un importante volumen de hidrocarburos, con una probabilidad superior al 70% también durante la temporada de lluvias. Durante la temporada anticiclónica, la mayor parte del tramo costero entre Ciudad Madero y ciudad Frontera recibió un importante flujo de petróleo costero con una probabilidad superior al 70%.

Cabe resaltar que las medidas de control/mitigación y sistemas de seguridad con las que cuenta PCCMO se consideraron adecuadas por parte del equipo a cargo del análisis de identificación de peligros y que son resumidas en el Registro de Riesgos del Proyecto (Anexo 9.6).

En el Anexo 9.8 se incluye el informe técnico del análisis de riesgo.

## 10. CONCLUSIONES

A continuación, se resumen los elementos que apoyan la viabilidad del Proyecto.

1. El Proyecto ha contemplado desde su etapa de diseño la interacción con los componentes del sistema ambiental y social, de manera que sean evaluados y aporten información para que durante la ejecución del mismo se contemplen criterios de protección ambiental y social.
2. La ubicación del Proyecto corresponde a una localización estratégica, donde hay facilidad para la obtención de insumos, transporte de embarcaciones y alta productividad petrolera.
3. El Proyecto es compatible con las acciones generales, acciones específicas y criterios de la zona costera inmediata del Golfo Sur del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
4. Los impactos más relevantes sobre el medio ambiente natural corresponden a la afectación al necton y la posible afectación a los trabajadores derivado de los riesgos asociados por la implementación del Proyecto, y se han considerado medidas de mitigación para estos.
5. El Proyecto no se encuentra dentro ni cerca de Áreas Naturales Protegidas.
6. El Proyecto contará con las medidas de mitigación necesarias para reducir los impactos adversos sobre la fauna, el plancton, la calidad del aire, agua y sedimento marino; así como para gestionar correctamente el manejo de materiales y residuos.
7. El Proyecto contará con medidas de mitigación para reducir las emisiones provenientes de la quema de combustible por parte de las embarcaciones.
8. El Proyecto será generador de empleos y con ello se fortalecerá la economía de la región.
9. Finalmente, se prevé que con las medidas de prevención y mitigación que conforman el Programa de Monitoreo Ambiental propuesto, se garantice la mínima afectación por el Proyecto sobre el entorno y sobre cada uno de los elementos que lo conforman.