Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Regional

Proyecto de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos en el Área Contractual AP-CS-G04 en términos del Contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018.

Entregado a:

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

Realizado por:

Shell Exploracion y Extraccion de Mexico S.A. de C.V.

Fecha:

Abril 2021

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Regional

Proyecto de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos en el Área Contractual AP-CS-G04, en términos del contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018

Fecha: Abril 2021

Firma de persona física, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP

_____

Preparado por:

Miguel Ángel Arriaga Rubio

Jefe del Departamento Ambiental, AECOM, México

Firma de persona física, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP

_____

Revisado por:

Edith Morales Ortiz

Líder de Evaluación de Impacto Ambiental, AECOM, México

Contenido

1 Datos generales del Proyecto, del Promovente y del responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental 1-1

1.1 Datos generales del Proyecto 1-1
1.1.1 Nombre del Proyecto 1-1
1.1.2 Ubicación del Proyecto 1-1
1.1.3 Duración del Proyecto 1-4
1.2 Datos generales del Promovente 1-5
1.2.1 Nombre o razón social 1-5
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 1-5
1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 1-5
1.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal 1-5
1.2.5 Técnicos responsables de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental 1-5
1.2.5.1 Nombre 1-5
1.2.5.2 RFC 1-5
1.2.5.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio 1-5
1.2.5.4 Dirección del responsable técnico 1-6

2 Descripción de las obras o actividades del Proyecto 2-1

2.1 Información general del Proyecto 2-1
2.1.1 Naturaleza del Proyecto 2-1
2.1.2 Justificación 2-1
2.1.3 Ubicación física y dimensiones del Proyecto 2-2
2.1.4 Inversión requerida 2-4
2.2 Características particulares del Proyecto 2-5
2.2.1 Programa de trabajo 2-5
2.2.2 Representación gráfica regional 2-6
2.2.3 Representación gráfica local del Proyecto 2-7
2.2.4 Preparación del sitio y construcción 2-7
2.2.5 Operación y mantenimiento 2-7
2.2.5.1 Instalaciones 2-8
2.2.5.2 Actividades 2-11
2.2.5.3 Mantenimiento 2-29
2.2.5.4 Descripción de las actividades de apoyo asociadas al Proyecto 2-30
2.2.6 Taponamiento y desmovilización de las instalaciones 2-33
2.2.6.1 Instalaciones 2-33
2.2.6.2 Actividades de desmovilización 2-34
2.2.7 Uso de explosivos 2-34
2.2.8 Residuos 2-34
2.2.8.1 Residuos transportados a tierra para su disposición 2-34
2.2.8.2 Descargas al ambiente marino 2-38
2.2.8.3 Emisiones atmosféricas 2-45
2.2.9 Generación de Gases de Efecto Invernadero 2-47

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso del suelo 3-1

3.1 Leyes y reglamentos federales 3-1
3.2 Normas Oficiales Mexicanas 3-43

3.3 Disposiciones Administrativas 3-51
3.4 Leyes y Reglamentos Estatales 3-68
3.5 Tratados y Acuerdos Internacionales 3-68
3.6 Planes y Programas del Sector Hidrocarburos 3-81
3.6.1 Plan Nacional de Desarrollo 3-81
3.6.2 Plan Nacional de Contingencias para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas 3-81
3.6.3 Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas .. 3-86
3.6.4 Anexo Regional del Golfo de México del Plan MEXUS 3-87
3.7 Programas de Ordenamiento Ecológico 3-90
3.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 3-90
3.7.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 3-94
3.8 Tratados y Programas para la Conservación y Gestión de Áreas Naturales Protegidas 3-95
3.8.1 Áreas Naturales Protegidas 3-96
3.8.2 Regiones Marinas Prioritarias 3-98
3.8.3 Sitios Prioritarios Marinos 3-100
3.8.4 Sitios Ramsar 3-102
3.8.5 Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves 3-104
3.8.6 Regiones Hidrológicas Prioritarias 3-106
3.8.7 Regiones Terrestres Prioritarias 3-108
3.9 Planes y programas municipales de desarrollo urbano 3-109
3.9.1 Plan Municipal de Desarrollo de Paraíso, Tabasco 3-109
3.9.2 Plan de Desarrollo Municipal de Alvarado, Veracruz 3-109
3.9.3 Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan, Veracruz 3-110
3.9.4 Plan de Desarrollo Municipal de Tampico, Tamaulipas 3-110
3.9.5 Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz 3-111
3.9.6 Plan Municipal de Desarrollo de Carmen, Campeche 3-112
3.10 Resumen de los principales requisitos aplicables al Proyecto 3-113

4 Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro en la región 4-1

4.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional en donde pretende establecerse el Proyecto 4-1
4.1.1 Delimitación del Sistema Ambiental 4-1
4.1.2 Delimitación del Área de Influencia 4-7
4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 4-8
4.2.1 Aspectos abióticos 4-8
4.2.1.1 Clima 4-8
4.2.1.2 Calidad del aire 4-16
4.2.1.3 Luz y sonido 4-19
4.2.1.4 Geología y geomorfología 4-23
4.2.1.5 Suelo (sedimento marino) 4-31
4.2.1.6 Hidrología superficial y subterránea 4-42
4.2.2 Aspectos bióticos 4-58
4.2.2.1 Vegetación 4-58
4.2.2.2 Fauna 4-62
4.2.2.3 Áreas sensibles 4-104

4.2.3 Paisaje 4-124
4.2.3.1 Visibilidad 4-124
4.2.3.2 Calidad del paisaje 4-125
4.2.3.3 Evaluación de la vulnerabilidad del paisaje 4-125
4.2.4 Aspectos socioeconómicos 4-125
4.2.4.1 Demografía 4-126
4.2.4.2 Indicadores socioculturales 4-135
4.2.4.3 Indicadores económicos 4-136
4.2.4.4 Indicadores culturales 4-145
4.2.5 Diagnostico ambiental 4-153
4.2.5.1 Integridad funcional, capacidad de carga y cambio climático 4-153
4.2.5.2 El Sistema Ambiental Regional 4-153

5 Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos 5-1

5.1 Introducción 5-1
5.2 Metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos 5-1
5.2.1 Identificación de receptores ambientales y socioeconómicos 5-2
5.2.2 Actividades y aspectos planeados del Proyecto 5-3
5.2.3 Identificación de las interacciones Proyecto-ecosistema 5-4
5.2.4 Criterios de evaluación y metodología para los eventos planeados 5-4
5.2.4.1 Identificación de los impactos potenciales 5-4
5.2.4.2 Criterios de evaluación y metodología 5-5
5.2.4.3 Impactos residuales 5-11
5.2.5 Criterios de evaluación y metodología para eventos no planeados 5-11
5.2.5.1 Lista de eventos no planeados 5-11
5.2.5.2 Metodología de evaluación 5-12
5.3 Caracterización y evaluación de los impactos 5-14
5.3.1 Contexto general 5-14
5.3.2 Descripción de los impactos generados por las actividades planeadas 5-14
5.3.2.1 Actividades categorizadas como sin impacto 5-14
5.3.2.2 Impactos a la atmósfera (emisiones generales a la atmósfera y emisiones de GEI) 5-17
5.3.2.3 Introducción de luz artificial 5-20
5.3.2.4 Emisiones de sonido del Proyecto 5-22
5.3.2.5 Perfil Sísmico Vertical 5-28
5.3.2.6 Extracción de agua y descargas acuosas generales de los buques al mar 5-31
5.3.2.7 Descarga de recortes con WBDF y SPS en aguas marinas y comunidades bentónicas 5-36
5.3.2.8 Colocación de cemento para el taponamiento del Pozo 5-48
5.3.2.9 Generación de residuos sólidos costa afuera 5-48
5.3.2.10 Interferencia con otros usuarios del mar 5-50
5.3.2.11 Impactos en la sección del ambiente terrestre del Sistema Ambiental Regional 5-52
5.3.2.12 Contribución a la capacidad de puerto 5-55
5.3.3 Descripción de los impactos de eventos no planeados 5-56
5.3.3.1 Colisión de embarcaciones/pérdida de embarcaciones o equipo 5-56
5.3.3.2 Colisiones con fauna marina 5-58
5.3.3.3 Colisión de vehículos terrestres con otros vehículos locales 5-59
5.3.3.4 Colisiones con fauna terrestre 5-59
5.3.3.5 Descarga accidental de petróleo, químicos o residuos al mar de las embarcaciones 5-60
5.3.3.6 Vertimiento accidental de hidrocarburos - reventón del pozo 5-61
5.3.3.7 Venteo de gas hidrocarburo 5-78
5.3.3.8 Descarga accidental de agua de lastre al mar 5-79
5.4 Impactos residuales 5-79

5.5 Impactos sinérgicos 5-79
5.5.1 Criterios de evaluación y metodología para los impactos sinérgicos 5-80
5.5.2 Suma de los impactos sinérgicos 5-80
5.6 Impactos acumulativos 5-80
5.6.1 Introducción 5-80
5.6.2 Criterios de evaluación y metodología para los impactos acumulativos 5-81
5.6.2.1 Etapas clave de la evaluación de impactos acumulativos 5-81
5.6.3 Alcance espacial y temporal de esta CIA 5-83
5.6.4 Componentes sociales y ambientales valorados como prioritarios para ser considerados en la CIA 5-84
5.6.4.1 Lista de VEC prioritarios 5-84
5.6.4.2 Revisión de las condiciones de línea base para cada VEC 5-84
5.6.5 Otros proyectos considerados en la CIA 5-86
5.6.6 Evaluación de impactos acumulativos 5-89
5.6.6.1 Hábitat bentónico 5-89
5.6.6.2 Comunidades de peces y hábitats 5-90
5.6.6.3 Mamíferos marinos y tortugas 5-90
5.6.6.4 Aves marinas (particularmente aves migratorias) 5-91
5.6.6.5 Áreas sensibles 5-91
5.6.6.6 Pesquerías comerciales y artesanales 5-92
5.6.6.7 Cambio climático 5-92
5.6.6.8 Usuarios de puertos existentes 5-92
5.7 Medidas de mitigación y gestión 5-93
5.8 Resumen 5-93

6 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales del sistema ambiental regional 6-1

6.1 Medidas preventivas generales incorporadas en el diseño existente del Proyecto 6-1
6.2 Cumplimiento regulatorio 6-1
6.3 Selección de contratistas, equipo y materiales 6-2
6.4 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 6-3
6.4.1 Medidas correctivas y de mitigación para actividades planeadas 6-3
6.4.2 Medidas preventivas y de mitigación para eventos no planeados 6-10
6.5 Medidas de compensación 6-12
6.5.1 Medida de compensación relacionada con el permiso de vertimiento de sólidos producto de la separación 6-12
6.6 Resumen de las medidas a implementar y los impactos residuales 6-12
6.6.1 Impactos planeados 6-12
6.6.2 Eventos no planeados 6-13
6.7 Descripción de los planes y programas para prevenir y mitigar los impactos ambientales 6-13
6.7.1 Programa de Vigilancia Ambiental 6-13
6.7.1.1 Objetivo 6-13
6.7.1.2 Alcance 6-14
6.7.2 Plan de Manejo de Residuos 6-15
6.7.2.1 Objetivo 6-15
6.7.2.2 Alcance 6-15
6.7.2.3 Minimización desde su fuente 6-16

6.7.2.4 Recolección y segregación de residuos 6-16
6.7.2.5 Almacenamiento temporal 6-16
6.7.2.6 Transporte 6-17
6.7.2.7 Tratamiento y/o disposición final (en tierra) 6-17
6.7.2.8 Autorizaciones, registro e informe anual 6-17
6.7.3 Plan Operacional de Manejo de Descargas 6-18
6.7.3.1 Objetivo 6-18
6.7.3.2 Alcance 6-18
6.7.4 Plan de Manejo de Fluidos, Recortes de Perforación y SPS 6-19
6.7.4.1 Objetivo 6-19
6.7.4.2 Alcance 6-19
6.7.4.3 Lodos de perforación 6-19
6.7.4.4 Recortes de perforación con WBDF y SPS 6-20
6.7.5 Plan de Logística 6-20
6.7.5.1 Objetivo 6-20
6.7.5.2 Alcance 6-21
6.7.6 Protocolo de Respuesta a Emergencias 6-21
6.7.6.1 Objetivo 6-21
6.7.6.2 Alcance 6-21
6.7.7 Plan de Respuesta ante Derrames 6-22
6.7.7.1 Objetivo 6-22
6.7.7.2 Alcance 6-22
6.7.8 Plan de Manejo de Sustancias Químicas 6-23
6.7.8.1 Objetivo 6-23
6.7.8.2 Alcance 6-23
6.7.9 Plan de Manejo de Mamíferos Marinos y Tortugas Respecto al PSV 6-23
6.7.9.1 Objetivo 6-23
6.7.9.2 Alcance 6-23
6.7.10 Plan de Vinculación con Actores de Interés 6-24
6.7.10.1 Objetivo 6-24
6.7.10.2 Alcance 6-24
6.7.11 Plan de Taponamiento y Desmovilización 6-24
6.7.11.1 Objetivo 6-24
6.7.11.2 Alcance 6-24
6.8 Seguimiento y control del PVA 6-25
6.9 Información necesaria para establecer los importes de las garantías 6-29

7 Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas 7-1

7.1 Pronóstico de los escenarios por componente ambiental 7-1
7.2 Pronóstico ambiental 7-7
7.3 Evaluación de alternativas 7-7
7.4 Ubicación: indicando los otros sitios alternativos de localización 7-7
7.4.1 Actividades de exploración 7-7
7.4.1.1 Actividades y servicios de apoyo 7-7
7.4.1.2 De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas 7-7
7.4.1.3 De reducción de la superficie a ocupar 7-8
7.4.1.4 De características tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades 7-8
7.5 Conclusiones 7-8

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores 8-1

8.1 Formatos de presentación 8-1
8.1.1 Mapas 8-1
8.1.2 Imágenes y fotografías 8-1
8.2 Otros anexos 8-1
8.2.1 Documentación del Operador y del Proyecto 8-1
8.2.2 Cédulas profesionales del personal técnico participante en la MIA-R 8-2
8.2.3 Resoluciones del Proyecto 8-2
8.2.4 Vinculación con la Unidades de Gestión Ambiental en el SAR 8-2
8.2.5 Identificación de Impactos 8-2
8.3 Referencias 8-3

Lista de tablas

Tabla 1-1. Coordenadas del Proyecto 1-3
Tabla 2-1. Coordenadas del Proyecto, en el cual se muestra la ubicación de los Pozos 2-4
Tabla 2-2. Coordenadas de los Pozos 2-4
Tabla 2-3. Etapas y actividades del programa de trabajo 2-5
Tabla 2-4. Equipo y capacidades clave del buque de perforación *Noble Globetrotter II* 2-10
Tabla 2-5. Capacidades de almacenamiento y utilidad de un buque de perforación 2-11
Tabla 2-6. Características principales del estado mecánico del Pozo Aluk 2-15
Tabla 2-7. Componentes químicos típicos de los baches de barrido a base de agua de mar y del WBDF, así como sus funciones correspondientes 2-19
Tabla 2-8. Composición típica del NADF 2-20
Tabla 2-9. Secciones de perforación, volúmenes estimados de recortes con WBDF, SPS y recortes de perforación a generar, asociados con la perforación con *riser* y *riserless* en el Pozo Aluk 2-29
Tabla 2-10. Tiempo estimado de tránsito en un sentido entre los puertos y el sitio del pozo para los OSV/FSV 2-32
Tabla 2-11. Duración estimada del tránsito en un sentido entre los helipuertos y el sitio del pozo en helicóptero* 2-33
Tabla 2-12. Categorías de residuos típicos y tasa de producción mensual asociadas con la perforación exploratoria costa afuera 2-35
Tabla 2-13. Características de los equipos a instalar en la plataforma de perforación para el manejo de recortes de perforación 2-37
Tabla 2-14. Límites de descarga (*Effluent Limitation Guidelines*) y estándar de desempeño de nuevas fuentes (NSPS, por sus siglas en inglés). Información extraída de la Regulación Federal Vol. 66 No.14 Parte 435 (*Federal Regulations*, 2001) citado en la práctica API 13B-2 y de las tablas en las secciones § 435.13 y §435.15 del 40 CFR citadas en el Apéndice 7 2-44
Tabla 2-15. Parámetros a evaluar en el muestreo de sedimento marino 2-45
Tabla 2-16. Estimación de emisiones atmosféricas (en toneladas) para el programa de perforación (1 pozo) .. 2-47
Tabla 2-17. Estimación de emisiones GEI (tCO_2e) para la perforación de un pozo 2-48
Tabla 3-1. Leyes y reglamentos federales y su vinculación con el Proyecto 3-2
Tabla 3-2. Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el Proyecto 3-44
Tabla 3-3. Disposiciones administrativas y su vinculación con el Proyecto 3-52
Tabla 3-4. Tratados y acuerdos internacionales y su vinculación con el Proyecto 3-69
Tabla 3-5. Secciones del PNC y su vinculación con el Proyecto 3-82
Tabla 3-6. Secciones del Plan MEXUS y su vinculación con el Proyecto 3-86
Tabla 3-7. Secciones del anexo MEXUSGULF y su vinculación con el Proyecto 3-88
Tabla 3-8. UGA Identificadas con potencial interacción con el Proyecto 3-90
Tabla 3-9 Estrategias ecológicas para las UGA marinas No. 184 y No. 185 y su vinculación con el Proyecto .. 3-92
Tabla 3-10. UAB identificadas más próximas al Área Contractual 3-94
Tabla 3-11. ANP identificadas más próximas al Área Contractual 3-96
Tabla 3-12. RMP identificadas más próximas al Área Contractual 3-98
Tabla 3-13. SPM identificados más próximos al Área Contractual 3-100
Tabla 3-14. Sitios Ramsar identificados más próximos al Área Contractual 3-102
Tabla 3-15. AICAS más próximas al Área Contractual 3-104
Tabla 3-16. RHP identificadas a lo largo de la costa, próximas al Área Contractual 3-106
Tabla 3-17. RTP identificadas a lo largo de la costa, próximas al Área Contractual 3-108
Tabla 3-18. Vinculación del Plan de Desarrollo Municipal de Alvarado con el Proyecto 3-109
Tabla 3-19. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan con el Proyecto 3-110
Tabla 3-20. Vinculación del Plan de Desarrollo Municipal de Tampico con el Proyecto 3-111
Tabla 3-21. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz con el Proyecto 3-112
Tabla 3-22. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Carmen con el Proyecto 3-112
Tabla 3-23. Resumen de los principales requisitos aplicables al Proyecto 3-114

Tabla 4-1. Programas de ordenamiento ecológico, áreas de importancia ambiental, condiciones fisiográficas de la zona, y otros aspectos relevantes considerados para la delimitación del SAR 4-2
Tabla 4-2. Unidades ambientales y áreas ecológicas prioritarias utilizadas para delimitar el SAR..... 4-3
Tabla 4-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas marinas utilizadas para el análisis meteorológico 4-10
Tabla 4-4. Temperatura promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas marinas..... 4-11
Tabla 4-5. Precipitación mensual promedio de los registros climatológicos de la CONAGUA-SMN..... 4-11
Tabla 4-6. Parámetros meteorológicos mensuales promedio en el SAR 4-12
Tabla 4-7. Valores climáticos normales de temperatura y precipitación registrados en las estaciones meteorológicas en tierra 4-14
Tabla 4-8. Resumen de los huracanes mayores registrados en el SAR en el periodo de 1950 a 2017..... 4-16
Tabla 4-9. Emisiones de contaminantes atmosféricos (KTon/año) en la Bahía de Campeche, Golfo de México... 4-17
Tabla 4-10. Comparación de las concentraciones de HAP en las muestras de sedimento a través del Golfo de México 4-34
Tabla 4-11. Concentración de metales (µg/g) en las muestras de sedimento del Golfo de México..... 4-38
Tabla 4-12. Concentraciones de metales (mg/L) en las tres profundidades de la columna de agua del Estudio de LBA 4-58
Tabla 4-13. Principales grupos de zooplancton presentes en el Golfo de México 4-62
Tabla 4-14. Grupos principales de ictioplancton presentes en el Golfo de México 4-65
Tabla 4-15. Número de especies de peces en el Golfo de México por tipo de hábitat según lo reportado por FishBase..... 4-73
Tabla 4-16. Especies de peces batipelágicos, batidemersales, bentopelágicos y oceánico-pelágicos del Golfo de México listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y/o la Lista Roja de la IUCN..... 4-74
Tabla 4-17. RMP de importancia para los peces en el SAR..... 4-77
Tabla 4-18. SPM de importancia para los peces en el SAR..... 4-79
Tabla 4-19. Especies de tortugas documentadas en el SAR 4-82
Tabla 4-20. Características generales de las tortugas marinas documentadas en el SAR (Sur de México)..... 4-83
Tabla 4-21. Aves marinas en el Golfo de México..... 4-90
Tabla 4-22. Especies de aves del Golfo de México enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010..... 4-92
Tabla 4-23. Distribución del orden Cetacea, suborden Mysticeti en el Golfo de México 4-94
Tabla 4-24. Distribución del orden Cetacea, suborden Odontoceti en el Golfo de México..... 4-95
Tabla 4-25. Abundancias estimadas de mamíferos marinos para el norte del Golfo de México..... 4-100
Tabla 4-26. Especies de mamíferos marinos del Golfo de México y su categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la IUCN y el CITES 4-101
Tabla 4-27. RMP en el SAR importantes para los mamíferos marinos..... 4-103
Tabla 4-28. Sitios prioritarios marinos en el Golfo de México de importancia para los mamíferos marinos..... 4-104
Tabla 4-29. Los arrecifes de coral de aguas cálidas del sur del Golfo de México y su distancia al Área Contractual 4-105
Tabla 4-30. Comunidades quimiosintéticas de los montículos de Campeche y otras estructuras marinas identificadas por Sahling *et al.* (2016) en relación al Área Contractual 4-110
Tabla 4-31. ANP en el SAR..... 4-113
Tabla 4-32. RMP en el SAR..... 4-115
Tabla 4-33. SPM en el SAR 4-117
Tabla 4-34. Sitios Ramsar en el SAR 4-120
Tabla 4-35. AICAS en el SAR 4-122
Tabla 4-36. RHP en el SAR 4-123
Tabla 4-37. RTP en el SAR..... 4-124
Tabla 4-38. Grupos vulnerables en el Área de Influencia Indirecta 4-130
Tabla 4-39. Localidades con población indígena en el Área de Influencia Indirecta 4-133
Tabla 4-40. Recursos pesqueros objetivo en el Golfo de México..... 4-138
Tabla 4-41. Naufragios de los siglos XVI al XIX en el Puerto de Veracruz 4-146
Tabla 4-42. Naufragios recientes en el SAR..... 4-152
Tabla 5-1. Receptores Ambientales y Socioeconómicos con potencial de ser impactados por el Proyecto 5-2

Tabla 5-2. Actividades del Proyecto que potencialmente pueden generar impactos 5-3
Tabla 5-3. Definiciones cuantitativas de los criterios de magnitud del impacto 5-5
Tabla 5-4. Clasificación de la magnitud del Impacto 5-6
Tabla 5-5. Categorías por clasificación de la sensibilidad/vulnerabilidad 5-8
Tabla 5-6. Matriz de significancia de impacto 5-9
Tabla 5-7. Definiciones de la significancia del impacto 5-9
Tabla 5-8. Ejemplo de resumen de impacto 5-11
Tabla 5-9. Categorías de probabilidad (P) para eventos no planeados 5-12
Tabla 5-10. Categorías de nivel de severidad para eventos no planeados 5-13
Tabla 5-11. Significancia potencial del impacto de un evento no planeado 5-13
Tabla 5-12. Actividades categorizadas sin impacto 5-15
Tabla 5-13. Principales fuentes de emisiones atmosféricas del Proyecto 5-17
Tabla 5-14. Evaluación de Impacto: Emisiones generales a la atmósfera y emisiones de GEI 5-19
Tabla 5-15. Principales fuentes de emisión de luz del Proyecto 5-21
Tabla 5-16. Evaluación de Impacto: introducción de luz artificial 5-21
Tabla 5-17. Fuentes principales de sonido del Proyecto 5-22
Tabla 5-18. Especies de cetáceos con mayor probabilidad de transitar por el Área Contractual 5-23
Tabla 5-19. Criterios de sonido submarino aplicables para cetáceos 5-24
Tabla 5-20. Rango de distancia para el inicio de los efectos en las tortugas durante las operaciones del buque de perforación 5-25
Tabla 5-21. Evaluación de impacto: emisiones de sonido del Proyecto 5-28
Tabla 5-22. Distancias de propagación del sonido del PSV 5-29
Tabla 5-23. Evaluación de impacto: impactos relacionados con el Perfil Sísmico Vertical 5-31
Tabla 5-24. Descargas y consumos acuosos generales de buques al mar 5-31
Tabla 5-25. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con la extracción de agua y descargas acuosas generales de los buques al mar 5-35
Tabla 5-26. Fuentes de recortes de perforación con WBDF y de los SPS 5-37
Tabla 5-27. Extensión máxima de la deposición en el lecho marino (por intervalo de espesor) para cada periodo modelado. 5-41
Tabla 5-28. Distancia máxima de deposición (por intervalo de espesor) para cada periodo modelado 5-41
Tabla 5-29. Evaluación de impacto: impactos relacionados a la descarga de recortes de perforación y recortes impregnados con WBDF y SPS en aguas marinas y comunidades bentónicas 5-46
Tabla 5-30. Colocación de cemento para el taponamiento del Pozo del Proyecto 5-48
Tabla 5-31. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con la colocación de cemento para el taponamiento del Pozo 5-48
Tabla 5-32. Generación de residuos 5-49
Tabla 5-33. Evaluación de Impacto: generación de residuos sólidos costa afuera 5-50
Tabla 5-34. Interferencia con otros usuarios del mar 5-50
Tabla 5-35. Evaluación de impacto: interferencia con otros usuarios del mar 5-52
Tabla 5-36. Impactos identificados de tráfico relacionados con el Proyecto 5-52
Tabla 5-37. Evaluación de impacto: incremento de polvo, ruido y emisiones por tráfico vial 5-53
Tabla 5-38. Interacciones sociales en tierra por el Proyecto 5-54
Tabla 5-39. Evaluación de impacto: Impactos relacionados con la interacción social con la comunidad local (empleo y percepción) 5-55
Tabla 5-40. Evaluación de impacto: impactos relacionados con la contribución de la capacidad del puerto 5-56
Tabla 5-41. Evaluación de Impacto: eventos no planeados relacionados con la colisión de embarcaciones 5-58
Tabla 5-42. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con las colisiones con fauna marina 5-59
Tabla 5-43. Evaluación de Impacto: colisión de vehículos terrestres 5-59
Tabla 5-44. Evaluación de Impacto: colisiones con fauna terrestre 5-60
Tabla 5-45. Evaluación de Impacto: vertimiento accidental de hidrocarburos, residuos o químicos de las embarcaciones 5-61
Tabla 5-46. Resumen del Proceso de Intemperización del Hidrocarburo Derramado en el Ambiente Marino 5-62
Tabla 5-47. Escenarios de liberación no controlada de hidrocarburos en el mar 5-64

Tabla 5-48. Evaluación de Impacto: vertimiento accidental de hidrocarburos en un reventón de pozo 5-78
Tabla 5-49. Evaluación de Impacto: venteo de gas hidrocarburo 5-79
Tabla 5-50. Evaluación de Impacto: descarga accidental de agua de lastre al mar 5-79
Tabla 5-51. Proyectos de exploración dentro de la sección mexicana del Golfo de México 5-86
Tabla 6-1. Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos Planeados 6-4
Tabla 6-2. Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos No Planeados 6-10
Tabla 6-3. Seguimiento y Control del PVA 6-26
Tabla 7-1. Descripción del Escenario Ambiental sin Proyecto, con el Proyecto, pero Sin Medidas de Mitigación y con el Proyecto y la Implementación de Medidas de Mitigación 7-2

Lista de figuras

Figura 1-1. Ubicación del Área Contractual 1-2
Figura 1-2. Cronología y etapas del Contrato de Licencia 1-4
Figura 2-1. Ubicación del Área Contractual, incluyendo la ubicación de los Pozos Aluk y Pepem, con respecto a los puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan y los aeropuertos de Ciudad del Carmen, Tampico y Veracruz 2-3
Figura 2-2. Mapa regional del Proyecto en Cuenca Salina 2-6
Figura 2-3. Ubicación local del Área Contractual, incluyendo los dos Pozos 2-7
Figura 2-4. Diagrama de un buque de perforación típico con *riser* y BOP instalados 2-14
Figura 2-5. Estado mecánico preliminar del Pozo Aluk 2-16
Figura 2-6. Tipos de fluidos de perforación y composición 2-17
Figura 2-7. Clasificación de los Fluidos Base No Acuosa 2-18
Figura 2-8. Diagrama del proceso de recirculación típico de los recortes de perforación y su trasporte 2-23
Figura 2-9. Diagrama del proceso acondicionamiento de los SPS y su descarga 2-23
Figura 2-10. Comportamiento de la biodegradación en los fluidos base sintética 2-26
Figura 2-11. Comportamiento de la toxicidad en los fluidos base sintética 2-27
Figura 2-12. Tanques de transporte de recortes de perforación (HCB, izquierda) y cajas de recortes (CTT, derecha) 2-37
Figura 2-13. Proceso de manejo de recortes de perforación 2-37
Figura 2-14. Unidad de ósmosis inversa 2-41
Figura 3-1. Ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo 3-81
Figura 3-2. Mapa de las UGA identificadas con potencial interacción con el Proyecto 3-91
Figura 3-3. Ubicación del Proyecto con relación a las Unidades Ambientales Biofísicas 3-95
Figura 3-4. Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas Naturales Protegidas 3-97
Figura 3-5. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Marinas Prioritarias 3-99
Figura 3-6. Ubicación del Proyecto con relación a los Sitios Prioritarios Marinos 3-101
Figura 3-7. Ubicación del Proyecto con relación a los Sitios Ramsar 3-103
Figura 3-8. Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves 3-105
Figura 3-9. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias 3-107
Figura 3-10. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias 3-108
Figura 4-1. Esquematización del proceso para la definición del SAR 4-6
Figura 4-2. Sistema Ambiental Regional del Proyecto 4-7
Figura 4-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas marinas con relación al SAR 4-10
Figura 4-4. Rosa de los vientos – Boya Bahía de Campeche (Estación 42055) 4-13
Figura 4-5. Frecuencia de la velocidad promedio de los vientos – Boya Bahía de Campeche (Estación 42055) 4-13
Figura 4-6. Ubicación de las estaciones meteorológicas costeras con relación al SAR 4-14
Figura 4-7. Promedios mensuales de temperatura y precipitación registrado en las estaciones meteorológicas en tierra 4-15

Figura 4-8. Trayectorias de huracanes mayores (Categoría ≥ 3) registrados en el SAR, en el periodo de 1950 a 2017 4-16
Figura 4-9. Área de influencia de emisiones de PM_{10} y SO_2 (concentraciones > 5 µg/m) por quema de hidrocarburos en la Sonda de Campeche 4-18
Figura 4-10. Densidad de tráfico marítimo en el SAR y el Área Contractual 4-19
Figura 4-11. Fuentes de luz antropogénica con relación al SAR 4-21
Figura 4-12. Brillo artificial en el cielo nocturno a nivel del mar en el SAR 4-21
Figura 4-13. Ubicación del SAR con respecto a las provincias geológicas del Golfo de México 4-23
Figura 4-14. Características estructurales del marco tectónico del SAR 4-25
Figura 4-15. Secciones sísmicas longitudinales de los Montículos de Campeche 4-26
Figura 4-16. Columna estratigráfica representativa e identificación de plays de la Cuenca Salina 4-27
Figura 4-17. Ubicación del SAR con respecto a las provincias fisiográficas del Golfo de México 4-28
Figura 4-18. Batimetría del Área Contractual con contornos de 500 m 4-29
Figura 4-19. Sismicidad histórica en el SAR 4-30
Figura 4-20. Áreas de deslizamiento con relación al SAR 4-31
Figura 4-21. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos del Estudio de LBA y otros estudios de sedimentos comparables dentro del SAR 4-32
Figura 4-22. Distribución espacial de los sedimentos del lecho marino en el Golfo de México 4-33
Figura 4-23. Concentraciones de HTP (µg/g) asociadas con actividades petroleras en la región sur del Golfo de México 4-35
Figura 4-24. Relación entre concentración de HTP (µg/g) y distancia desde las plataformas petroleras en la Sonda de Campeche – sur del Golfo de México 4-35
Figura 4-25. Concentraciones medias de los hidrocarburos totales (ppm = µg/g) en sedimentos, a partir de las campañas oceanográficas de 1978 a 2002, en el sur del Golfo de México 4-36
Figura 4-26. Valores existentes de $\delta^{13}C$ en el SAR (antes del 2010), excluyendo emanaciones y planicies 4-41
Figura 4-27. Promedio anual de la velocidad de la circulación superficial para el periodo 1989–1999 en el Golfo de México 4-43
Figura 4-28. Promedio de la velocidad de la circulación superficial de diciembre a febrero para el periodo 1989–1999 en el Golfo de México 4-43
Figura 4-29. Velocidad promedio de la circulación profunda para el periodo 1989-1999 en el Golfo de México 4-44
Figura 4-30. Altura mensual promedio (Estación NOAA-NDBC 42055) en la Bahía de Campeche de 2005 a 2017 4-45
Figura 4-31. Periodo Mensual Promedio (Estación NOAA-NDBC 42055) en la Bahía de Campeche de 2005 a 2017 4-45
Figura 4-32. Altura asociada a un periodo de retorno de 100 años para los estimados de altura del oleaje en el Golfo de México (51 años de reanálisis) 4-46
Figura 4-33. Promedio anual de la salinidad superficial en el SAR y en el Golfo de México 4-47
Figura 4-34. Promedio anual de la salinidad en el SAR y en el Golfo de México a 100 m de profundidad 4-47
Figura 4-35. Promedio anual de la salinidad en el SAR y en el Golfo de México a 1,500 m de profundidad 4-48
Figura 4-36. Perfil de salinidad en siete estaciones del Estudio de LBA 4-48
Figura 4-37. Gráfica de la media y desviación estándar de la temperatura superficial del mar en la boya de la Bahía de Campeche (Estación 42055) de 2005 a 2008 4-49
Figura 4-38. Temperatura media anual superficial en el SAR y en el Golfo de México 4-50
Figura 4-39. Temperatura media anual a 100 m de profundidad en el SAR y en el Golfo de México 4-50
Figura 4-40. Temperatura media anual a 1,500 m de profundidad en el SAR y en el Golfo de México 4-51
Figura 4-41. Perfil de temperatura a lo largo de la columna de agua en todas las estaciones de muestreo del Estudio de LBA 4-51
Figura 4-42. Diagrama T-S para todas las estaciones de muestreo del Estudio de LBA 4-52
Figura 4-43. Perfil de OD (mg/L) en la columna de agua del Estudio de LBA 4-53
Figura 4-44. Perfil de pH a lo largo de la columna de agua en todas las estaciones de muestreo dentro del Área Contractual 4-54
Figura 4-45. Perfil de turbidez (NTU) en la columna de agua de las estaciones de muestreo del Área Contractual 4-55

Figura 4-46. Concentraciones de hidrocarburos disueltos (µg/L) en el agua, Quintana Roo, Punta Venado..... 4-57
Figura 4-47. Distribución promedio de fitoplancton a 100 m de profundidad 4-60
Figura 4-48. Composición del zooplancton recolectado en la campaña del Estudio de LBA..... 4-64
Figura 4-49. Composición de ictioplancton en el Área Contractual 4-67
Figura 4-50. Porcentaje de los grupos taxonómicos de meiofauna presentes en el Área Contractual..... 4-69
Figura 4-51. Distribución espacial de la diversidad de Shannon-Wiener en el Área Contractual..... 4-70
Figura 4-52. Comparación de la biomasa de la macrofauna entre el norte y el sur del Golfo de México..... 4-71
Figura 4-53. Porcentaje de los principales grupos taxonómicos identificados en el Área Contractual..... 4-71
Figura 4-54. Distribución espacial de la Diversidad de Shannon-Wiener en el Área Contractual..... 4-72
Figura 4-55. RMP de importancia para los peces en el SAR 4-79
Figura 4-56. SPM en el Golfo de México..... 4-81
Figura 4-57. Sitios de anidación de las tortugas marinas en el SAR 4-87
Figura 4-58. Rutas migratorias anuales Trans-Golfo para un migrante neártico “típico” 4-89
Figura 4-59. Distribución del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el sur del Golfo de México con respecto a la ubicación del Área Contractual y el SAR..... 4-99
Figura 4-60. RMP en el sur del Golfo de México importantes para los mamíferos marinos 4-102
Figura 4-61. Ubicación de los sitios prioritarios marinos de importancia para los mamíferos marinos en el SAR.. 4-103
Figura 4-62. Arrecifes de coral de aguas cálidas con relación al SAR..... 4-106
Figura 4-63. Distribución y diversidad de los corales de aguas profundas (>50 metros de profundidad)..... 4-107
Figura 4-64. Ubicación de los montículos de Campeche con respecto al Área Contractual..... 4-108
Figura 4-65. Comunidades quimiosintéticas de los montículos de Campeche y otras estructuras del lecho marino identificadas por Sahling *et al*. (2016)..... 4-109
Figura 4-66. Emanaciones de hidrocarburos en el Golfo de México 4-110
Figura 4-67. ANP con potencial interacción con las rutas de navegación aérea (helicópteros) y marítima (OSV) de y hacia el Área Contractual 4-113
Figura 4-68. Área terrestre socioeconómica de influencia indirecta definida en la Evaluación de Impacto Social del Proyecto 4-126
Figura 4-69. Distribución por sector económico – Tampico..... 4-137
Figura 4-70. Distribución por sector económico –Tuxpan 4-137
Figura 4-71. Distribución por sector económico – Alvarado 4-137
Figura 4-72. Distribución por sector económico – Paraíso..... 4-137
Figura 4-73. Captura total (toneladas) y valor económico (millones de pesos) del recurso pesquero objetivo del Golfo de México en 2014 4-141
Figura 4-74. Zona de captura de atún aleta amarilla en el Golfo de México con relación al Área Contractual y el SAR..... 4-141
Figura 4-75. Otros proyectos de hidrocarburos en el SAR..... 4-142
Figura 4-76. Principales puntos turísticos en el SAR 4-145
Figura 4-77. Ubicación de naufragios recientes en el SAR 4-153
Figura 5-1. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de recortes con WBDF como resultado de las secciones de perforación *riserless* durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero) . 5-42
Figura 5-2. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF como resultado de las secciones de perforación *riserless* durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto) 5-43
Figura 5-3. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF y de los SPS acumulados descargados durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero)..... 5-43
Figura 5-4. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF y de los SPS acumulados descargados durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto)..... 5-44
Figura 5-5. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes descargados como resultado de las secciones de perforación *riserless* y, los recortes WBDF y SPS acumulados durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero)..... 5-44

Figura 5-6. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes descargados como resultado de las secciones de perforación *riserless* y los recortes con WBDF y de los SPS acumulativos durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto) 5-45
Figura 5-7. Intemperización del hidrocarburo derramado en el medio marino 5-62
Figura 5-8. Modelación estocástica de un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm) 5-66
Figura 5-9. Modelación estocástica de un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm) 5-67
Figura 5-10. Modelación estocástica para un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)..... 5-68
Figura 5-11. Modelación estocástica para un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)..... 5-69
Figura 5-12. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm) 5-70
Figura 5-13. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm) 5-71
Figura 5-14. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de petróleo del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)..... 5-72
Figura 5-15. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)..... 5-73
Figura 5-16. Proyectos de exploración en el SAR..... 5-89
Figura 6-1. Programa de Vigilancia Ambiental..... 6-14
Figura 6-2. Jerarquía de Residuos..... 6-15

Lista de siglas y acrónimos

AAIW	Agua Intermediaria Antártica
ABAN	Análisis de Beneficio Ambiental Neto
AGEB	Áreas Geoestadísticas Básicas
AICA	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
AID	Área de influencia directa
AII	Área de influencia indirecta
ALARP	Tan bajo como sea razonablemente factible
ALC	Coordinador y asesor de enlace
ANP	Áreas Naturales Protegidas
APF	Administración Pública Federal
API	Instituto Americano del Petróleo
ARSH	Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente del Sector Hidrocarburos
ASO	Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico
AT	Arrecifes de los Tuxtlas
$BaSO_4$	Barita
BDH	Bacterias degradadoras de hidrocarburos
BH	Bacterias heterotróficas
BOEM	Oficina de Administración de Energía Oceánica de los Estados Unidos
BOP	Preventor de reventones
BTEX	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno
BWM	Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques
CCME	Consejo Canadiense de Ministerios de Ambiente
CFC	Clorofluorocarbonos
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CFR	Código de Regulaciones Federales
CG-MER	Oficina de Política de Respuesta Ambiental Marina
CG-SRI	Director de Gestión y Preparación de Incidentes
CH_4	Metano
CIA	Evaluación de Impacto Acumulativo
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNH	Comisión Nacional de Hidrocarburos
C-NLOPB	Junta de Hidrocarburos Costa Afuera de Newfoundland and Labrador-Canadá
CNP	Carta Nacional de Pesca
CNSOPB	Junta de Hidrocarburos Costa Afuera de Nueva Escocia-Canadá
CNUDM	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
COT	Carbono Orgánico Total
COA	Cédula de Operación Anual
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
COLREG	Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAGUA	Comisión Nacional de Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
COVNM	Compuestos Orgánicos Volátiles No Metano
CRETIB	Corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico
CSA	CSA Ocean Sciences Inc.
CU	Comando Unificado
CUSS	Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
CURR	Clave Única de Registro del Regulado
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetno
DGoMB	Benthos del Golfo Profundo de México
DP	Posicionamiento Dinámico
DTI	Departamento de Industria y Comercio
EE.UU.	Estados Unidos de América
EMI	Especies marinas invasoras
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
EPA	Agencia de Protección Ambiental
EPP	Equipo de Protección Personal
ERA	Estudio de Riesgo Ambiental
ETE	Estudio Técnico Económico
EvIS	Evaluación de Impacto Social
FSV	Buque de Apoyo Rápido
GEI	Gases de Efecto Invernadero

GIIP	Buenas prácticas internacionales de la industria
GWE	Expansión de Peso Bruto
HAP	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
HBFC	Hidrobromofluorocarbonos
HCFC	Refrigerantes con Hidroclorofluorocarbonos
HSE	Salud, Seguridad y Medio Ambiente
HTP	Hidrocarburos totales de petróleo
IAP	Instituto Americano del Petróleo
IFC	Corporación Financiera Internacional
IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
IMG/QV	Infraestructura Marina del Golfo, S. de R.L. de C.V.
INALI	Instituto Nacional de Lenguas Indígenas
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INPI	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas
IOGP	Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas
IOs	Olefinas Internas
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
IPIECA	Asociación Internacional para la Conservación del Medio Ambiente de la Industria del Petróleo
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ISM	Código Internacional de Gestión de la Seguridad
ISCCP	Proyecto Internacional Satelital de Climatología de Nubes
ISPCC	Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Aguas Residuales
ISPS	Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias
ITRF	Marco Terrestre Internacional de Referencia
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
K_{ow}	Coeficiente de partición octanol-agua
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LBA	Línea Base Ambiental
LCM	Material de pérdida de circulación
LD	Límite de Detección
LFAFE	Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos
LFM	Ley Federal del Mar
LFMZAAH	Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos
LFRA	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
LGVS	Ley General de Vida Silvestre
LNCM	Ley de Navegación y Comercio Marítimos
LP	Ley de Puertos
LSA	Código Internacional de Dispositivos de Salvamento
LVZMM	Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas
MARPOL	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques
MEPC	Comité de Protección Ambiental Marina
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
MIA-R	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional
MOT	Materia Orgánica Total
NADF	Fluidos de perforación base sintética
NADW	Agua Profunda del Atlántico Norte
NASA	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio
NCEI	Centros Nacionales para la Información Ambiental
NEB	Consejo Nacional de Energía de Canadá
NHC	Centro Nacional de Huracanes
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología
NMFS	National Marine Fisheries Service
NMVOC	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
NOAA-NDBC	Centro Nacional de Boyas Colectoras de Datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos Mexicanos
NODC	Comité Nacional de Datos Oceanográficos
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOx	Óxidos de nitrógeno
NRC	Consejo Nacional de Investigación
NTU	Unidades de Turbidez Nefelométrica
OBM	Lodos base aceite
OC	Organismo de Coordinación
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OCL	Organismo de Coordinación Local
OCIMF	Foro Marino Internacional
OCNS	Offshore Chemical Notification Scheme
OCR	Organismo de Coordinación Regional
OCS	Plataforma Continental Exterior

OD	Oxígeno Disuelto
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Observador de Mamíferos Marinos
OPRC	Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos
OSPAR	Convenio Oslo París
OSV	Buque de apoyo
OVID	Base de Datos de Inspección de Buques Costa Afuera
P&I	Pólizas de Protección e Indemnización
PAEE	Plan de Atención de Emergencias Externo
PAEI	Plan de Atención de Emergencias Interno
PCDHBP	Plan de Contingencias por Derrames de Hidrocarburos para Buques Petroleros
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PCP	Plan para el Control del Pozo
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PGS	Plan de Gestión Social
pH	Potencial de Hidrógeno
PHPA	Poliacrilamida parcialmente hidrolizada
PI	Procesos Industriales
PL	Plan de Logística
PLC	Plan Local de Contingencia del PNC
PM	Material particulado
PM_{10}	Material particulado de 10 micrómetros o menos de diámetro
$PM_{2.5}$	Material particulado de 2.5 micrómetros o menos de diámetro
PMFRPS	Plan de Manejo de Fluidos, Recortes de Perforación y SPS
PMMMT PSV	Plan de Manejo de Mamíferos Marinos y Tortugas Respecto al PSV
PMR	Planes de Manejo de Residuos
PMRME	Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial
PMRP	Plan de Manejo de Residuos Peligrosos
PMSQ	Plan de Manejo de Sustancias Químicas
PNC	Plan Nacional de Contingencias para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNSAV	Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
POC	Partículas de Carbono Orgánico
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
POEMyRGMyMC	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

POMD	Plan Operacional de Manejo de Descargas
PRC	Plan Regional de Contingencia del PNC
PRD	Plan de Respuesta ante Derrames
PRE	Protocolo de Respuesta a Emergencias
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PSV	Perfil Sísmico Vertical
PTD	Plan de Taponamiento y Desmovilización
PTS	Umbral permanente
PV	Vista en Planta
PVA	Programa de Vigilancia Ambiental
PVAI	Plan de Vinculación con los Actores de Interés
RENE	Registro Nacional de Emisiones
RETC	Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RHP	Regiones Hidrológicas Prioritarias
R LAN	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
R LGCC	Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones
R LGEEPA EIA	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
R LGEEPA RETC	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
R LGPGIR	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
R LP	Reglamento de la Ley de Puertos
RME	Residuos de Manejo Especial
RMP	Regiones Marinas Prioritarias
RP	Residuos Peligrosos
ROV	Vehículo de Operación Remota
RTP	Regiones Terrestres Prioritarias
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SALT	Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan
SAO	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
SAPP	Pirofosfato ácido de sodio
SAR	Sistema Ambiental Regional
SASISOPA	Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente
SAV	Sistema Arrecifal Veracruzano
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SDT	Sólidos Disueltos Totales
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEDENA	Secretaría de Defensa Nacional
SEL	Nivel de exposición al sonido
SEMAR	Secretaría de Marina
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SEW	Agua Submarina Subtropical
SIG	Sistema de Información Geográfica
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SMF	Fallas de masa submarina
SNPP	Sustancia Nociva Potencialmente Peligrosa
SOLAS	Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar
SPI	Imágenes de Perfil de Sedimento
SPL	Nivel de presión acústica
SPM	Sitio Prioritario Marino
SPS	Sólidos Producto de la Separación
SRM	Petróleo Crudo del Golfo de México
SRV	Tecnología de fluido SATURATED RISER-VIS™
SSL	Nivel de la Fuente Sonora
SSRV	Tecnología de fluido SUPER-SATURATED RISER-VIS™
SST	Sólidos Suspendidos Totales
ST	Sólidos Totales
STCW	Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar
TACW	Agua Central del Atlántico Tropical
TAVE	Tamaulipas-Veracruz
TNO	Organización de Investigación Científica Aplicada de los Países Bajos
TTF	Tasa Total de Fecundidad
TTS	Cambio de umbral temporal
UAB	Unidades Ambientales Biofísicas
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNCBD	Convenio sobre la Diversidad Biológica
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNESCO-MAB	Programa de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, el Hombre y la Biósfera
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USCG	Guardia Costera de Estados Unidos
USD	Dólares Americanos
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
USGS	Estudio Geológico de los Estados Unidos
UTM	Universal Transversal de Mercator
UV	Fluorescencia Ultravioleta
VEC	Componentes Sociales y Ambientales Valorados
VHF	Muy Alta Frecuencia
WBDF	Fluidos de perforación base agua
WBM	Secciones de Perforación Deposición del Fondo Marino
WCMC	Centro Global de Conservación y Monitoreo
WTV	Buque de prueba de pozo
ZEE	Zona económica exclusiva
ZMM	Zona Marina Mexicana

Lista de unidades

“	Pulgada
bbl	Barriles
cfm	Pie cúbico por minuto
CL_{50}	Concentración Letal Media
CO_2e	CO_2 equivalente
dB	Decibeles
dB re 1 µPa	Decibeles referenciados a 1 micro pascal
dB re 1 $\mu Pa^2/Hz$	Decibeles referidos a 1 micropascal al cuadrado por hertz
dB re 1 μPa^2s	Decibeles referidos a 1 micropascal al cuadrado por segundo
Hp	Caballo de fuerza
Hz	Hertz
in	Pulgada
kHz	Kilohertz
km	Kilómetros
km/h	Kilómetros por hora
kW	Kilowatt

l/km	Litros por kilómetros
m	Metros
m/día	Metros por día
m^3	Metros cúbicos
m^3/d	Metros cúbicos por día
m^3/h	Metros cúbicos por hora
Ma	Millones de años
mg/kg	Miligramos sobre kilogramo
mm	Milímetros
mn	Millas náuticas
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MXN	Pesos mexicanos
ppb	Partes por billón
ppg	Libras por galón
ppm	Partes por millón
rpm	Revolución por minuto
tCO_2e	Toneladas de CO_2 equivalente
Ton	Toneladas
ton/año	Toneladas por año
ton/h	Toneladas por hora
µPa	Micropascal

1 Datos generales del Proyecto, del Promovente y del responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental

1.1 Datos generales del Proyecto

1.1.1 Nombre del Proyecto

Proyecto de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos en el Área Contractual AP-CS-G04, en términos del Contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018 (en lo sucesivo, Proyecto).

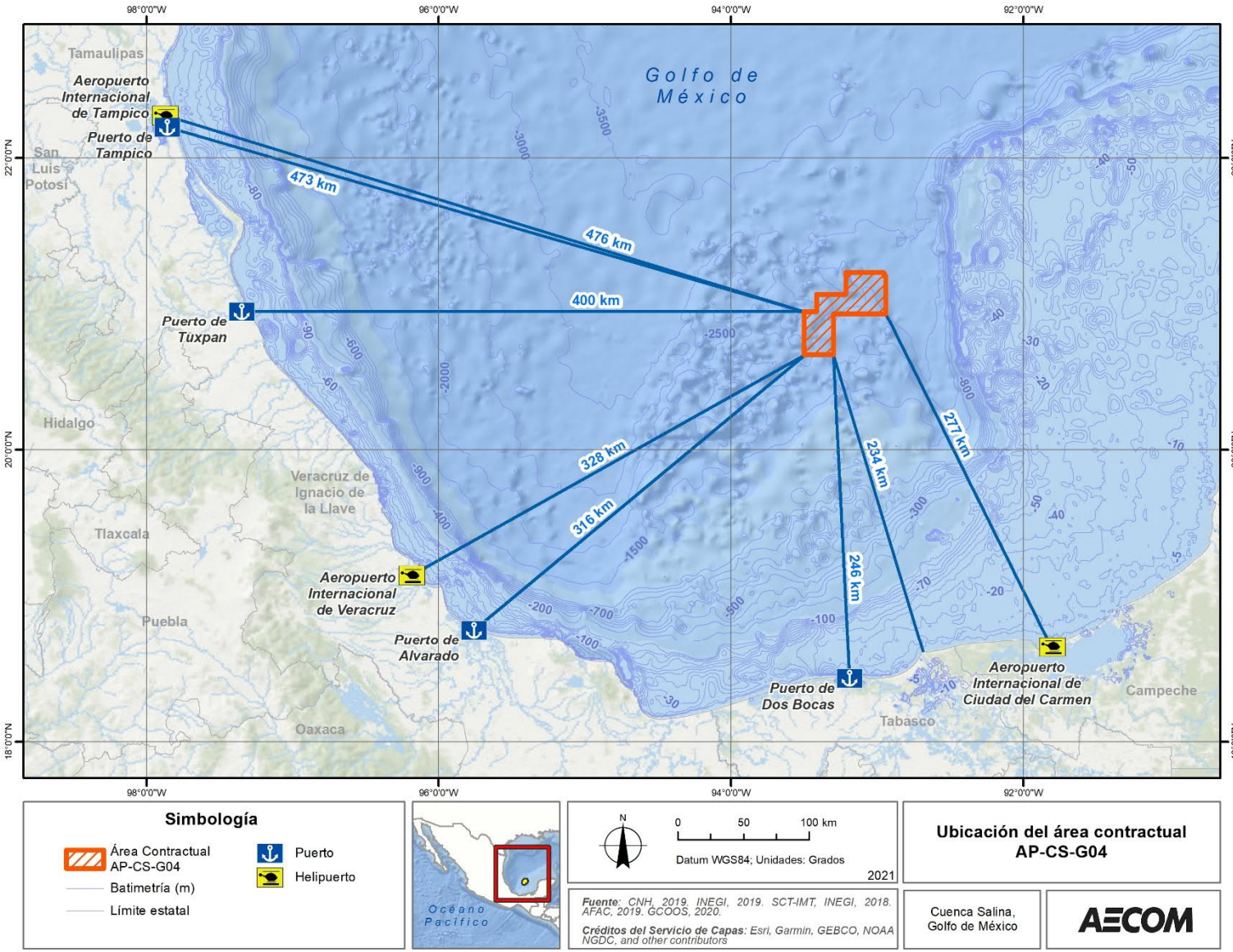
1.1.2 Ubicación del Proyecto

El Área Contractual AP-CS-G04 (en lo sucesivo, Área Contractual) se localiza en la Cuenca Salina del Golfo de México, aproximadamente a 473 km y a 476 km al sureste del Puerto y del Aeropuerto de Tampico, respectivamente (en el estado de Tamaulipas); a 400 km al este del Puerto de Tuxpan, a 328 km al noreste del Aeropuerto de Veracruz y a 316 km al noreste del Puerto de Alvarado (en el estado de Veracruz). También, se encuentra a 246 km al norte del Puerto de Dos Bocas (en el estado de Tabasco) y a 277 km al noroeste del Aeropuerto de Ciudad del Carmen (en el estado de Campeche). Con respecto al punto más cercano a la costa, el Área Contractual se localiza aproximadamente a 234 km al noroeste de la costa de Tabasco.

El Área Contractual tiene una superficie aproximada de 1,852.857 km², de acuerdo con el contrato firmado con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), con profundidades que van de 1,500 m a 2,950 m aproximadamente. El área es considerada propiedad federal y, por lo tanto, no forma parte de algún pueblo, municipio o estado.

La **Figura 1-1** muestra la ubicación geográfica del Área Contractual donde se llevará a cabo el Proyecto. En la **Tabla 1-1** se relacionan **l**os vértices que definen el polígono del Área Contractual.

Figura 1-1. Ubicación del Área Contractual

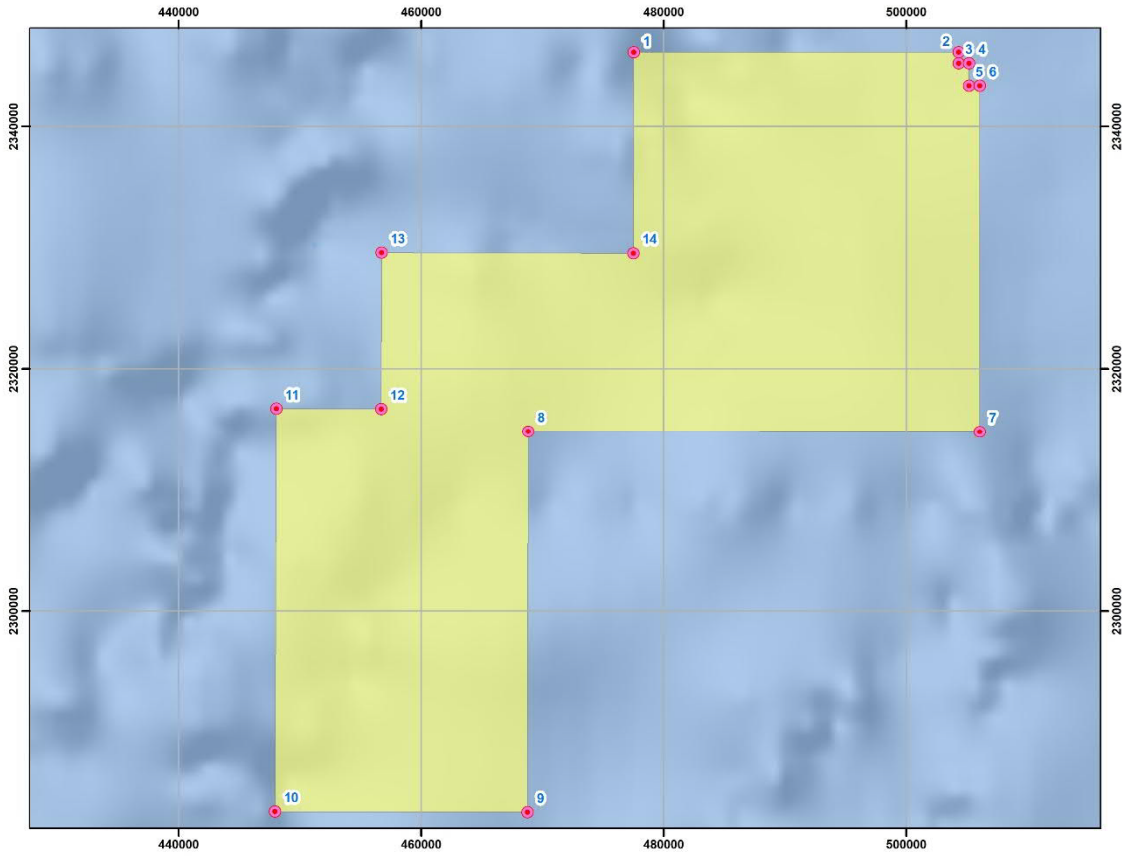


Fuente: AECOM 2021

Tabla 1-1. Coordenadas del Proyecto

Vértice	ITRF2008 UTM 14N	
	X (m Este)	Y (m Norte)
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Sin restricción de profundidad de agua.



Fuente: CNH 2018

1.1.3 Duración del Proyecto

El Proyecto tendrá una vida útil máxima de 10 años, ya que el periodo de exploración es considerado como la duración del Proyecto dentro del contexto de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). De acuerdo con el Contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018, se le otorgó a Shell Exploracion y Extraccion de Mexico S.A. de C.V. (Shell) el 60%, en consorcio con Chevron Energía de México, S. de R.L. de C.V. (Chevron) con el 40%. Habrá un "Periodo Inicial de Exploración" de cuatro años para llevar a cabo las actividades de perforación exploratoria en uno o más pozos dentro del Área Contractual.

Al finalizar el Periodo Inicial de Exploración, Shell tendrá el derecho de solicitar una prórroga del Periodo de Exploración de hasta tres años adicionales (Primer Periodo Adicional de Exploración). Posteriormente y previo al término del Primer Periodo Adicional de Perforación, Shell tendrá el derecho de solicitar una segunda prórroga del Periodo de Exploración de hasta tres años adicionales (Segundo Periodo Adicional de Exploración). En consecuencia, la duración máxima posible del Periodo de Exploración es de 10 años. En la **Figura 1-2** se muestran las etapas en las que se divide el Contrato.

Figura 1-2. Cronología y etapas del Contrato de Licencia



Fuente: AECOM 2020 (con base en el Modelo de Contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018)

La duración de la campaña de perforación dependerá de la(s) profundidad(es) final(es) de cada pozo, sin embargo, en términos generales tomará aproximadamente de 60 a 90 días naturales para cada uno, que incluye la movilización, perforación, adquisición de datos mediante el registro y el perfil sísmico vertical (PSV), seguido del taponamiento y desmovilización (ver **Capítulo 2** para mayores detalles). Shell cuenta con la aprobación del Plan de Exploración para el Área Contractual por parte de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) misma que se emitió el 24 de junio del 2019. El Anexo 8.2.1 presenta una copia del resolutivo de la aprobación del Plan de Exploración.

1.2 Datos generales del Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Shell Exploracion y Extraccion de Mexico S.A. de C.V., designado como operador del Área Contractual y como Regulado de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R) ante la Agencia de Seguridad, Energía y Medio Ambiente (ASEA). En el Anexo 8.2.2 se incluye copia simple del Acta Constitutiva de Shell.

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

SEE1412105FA. En el Anexo 8.2.3 se incluye una copia del Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de Shell.

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Alberto de la Fuente Piñeirua es el representante legal. En el Anexo 8.2.4 se incluye una copia de su identificación oficial y en el Anexo 8.2.5 se presenta copia del poder notarial**.**

1.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal

[redacted]
Dirección, telefóno y correo eléctronico del representante legal, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP.

1.2.5 Técnicos responsables de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

1.2.5.1 Nombre

URS Corporation Mexico, S. de R.L. de C.V, subsidiaria de AECOM.

1.2.5.2 RFC

UCM980326PP3

1.2.5.3 Nombre del Responsable Técnico del Estudio

Edith Morales – Líder de Evaluación de Impacto Ambiental, Oficina de la Ciudad de México

Participantes en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

1.2.5.3.1 Equipo local de AECOM México

Nombres de personas físicas. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

– Gerente de Proyectos y Líder en México del Departamento de Ambiente y Social

– Descripción del Proyecto y Metodología de la MIA-R

Análisis de Biodiversidad e Impactos

– Análisis y Revisión del Sistema Ambiental

– Análisis de Impactos y Medidas Ambientales

–Análisis y Discusión del Sistema Ambiental y Estudio de Riesgo (ERA)

– Especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG)

– Estudio de Riesgo

1.2.5.3.2 Equipo internacional de AECOM

Nombres de personas físicas. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

– Líder de Metodología de Impacto Ambiental

– Metodología de Impacto Ambiental

– Científica Ambiental y Especialista Industrial

– Ecólogo Marino Senior

– Química Marina

– Experto en Modelación de Sonido Bajo el Agua

Experto en Gestión de Residuos

En el Anexo 8.2.6 se incluye una copia de las cédulas profesionales del equipo local de AECOM México.

1.2.5.4 Dirección del responsable técnico

Dirección del responsable técnico, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP.

2 Descripción de las obras o actividades del Proyecto

2.1 Información general del Proyecto

El 7 de mayo del 2018, el Poder Ejecutivo Federal de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo, México), por medio de la CNH, celebró un Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos ("Contrato") con Shell (60%) en consorcio con Chevron (40%) bajo la modalidad de licencia de aguas profundas, en el Área Contractual, en Cuenca Salina del Golfo de México.

Tal como se mencionó en el **Capítulo 1**, el Área Contractual se localiza aproximadamente a 473 km y a 476 km al sureste del Puerto y del Aeropuerto de Tampico, respectivamente (en el estado de Tamaulipas); a 400 km al este del Puerto de Tuxpan, a 328 km al noreste del Aeropuerto de Veracruz y a 316 km al noreste del Puerto de Alvarado (en el estado de Veracruz); aproximadamente a 246 km al norte del Puerto de Dos Bocas (Tabasco) y a 277 km al noroeste del Aeropuerto de Ciudad del Carmen, en el estado de Campeche. Con respecto al punto más cercano a la costa, se ubica aproximadamente a 234 km al noroeste de la costa de Tabasco (**Figura 1-1**).

El Área Contractual cubre una superficie de 1,852.857 km^2 y presenta profundidades que van aproximadamente de 1,500 m a 2,950 m. El área es considerada propiedad federal y, por lo tanto, no forma parte de algún pueblo, municipio o estado.

De acuerdo con el Contrato con la CNH, Shell tiene un “Periodo Inicial de Exploración” de cuatro años para llevar a cabo las actividades de perforación exploratoria en uno o más pozos dentro del Área Contractual; del cual se pueden solicitar dos prórrogas de hasta tres años adicionales cada una (Ver **Sección 1.1.3**). Por lo que, la duración máxima posible del Periodo de Exploración es de 10 años, considerado este periodo como la duración del Proyecto dentro del contexto de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-R).

El objetivo principal de Shell durante el Periodo de Exploración es perforar al menos un pozo de exploración costa afuera para cumplir con el compromiso mínimo de trabajo. Para el cumplimiento de dicho objetivo, Shell ha identificado dos prospectos (Pozo Aluk y Pozo Pepem), de los cuales puede seleccionar la mejor alternativa para perforar el pozo exploratorio comprometido. Para fines de este documento se identificó al Pozo Aluk como el Pozo Tipo.

En esta MIA-R se integra la información de dicho pozo dependiendo del detalle requerido en cada sección, para la evaluación de los impactos potenciales derivados de las actividades de perforación exploratoria y de las medidas de mitigación correspondientes para ambos pozos (**Figura 2-1**).

2.1.1 Naturaleza del Proyecto

La perforación exploratoria es la actividad inicial para confirmar la presencia de un yacimiento de hidrocarburos y evaluar la geología del área, por lo que la información recopilada se utilizará para determinar si el desarrollo del Área Contractual es económicamente viable.

Las actividades involucradas en la perforación exploratoria incluyen la movilización, perforación, adquisición de datos mediante el registro, el perfil sísmico vertical (PSV), seguido del taponamiento y desmovilización. La duración de la campaña de perforación dependerá de las profundidades finales de cada pozo, sin embargo, en términos generales tomará aproximadamente entre 60 y 90 días naturales para cada uno.

La perforación del Pozo Tipo está planeada para el primer trimestre de 2022. El segundo pozo podría o no ser perforado. En caso de ser perforado, dicha perforación podría realizarse de manera secuencial o desfazada, lo cual dependerá de la aprobación del Plan de Perforación por parte de la CNH.

2.1.2 Justificación

El Área Contractual pertenece a la provincia geológica de la Cuenca Salina, en el sector meridional del Golfo de México, en profundidades de agua que oscilan entre 1,500 y 2,950 m. El desarrollo geológico de este sistema comenzó alrededor del Mesozoico Temprano, con fracturas y subsidencias en terrenos Paleozoicos debajo relieve

y continuó con una deposición local de capas sedimentarias rojas y una secuencia de sal a lo largo del Calloviense. Durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior, el Golfo de México continuó su apertura junto con una transgresión marina gradual en la que la secuencia de carbonatos-evaporita se depositó sobre la parte más larga del país. La sal Jurásica se activó, provocando domos de sal focalizados a lo largo de la parte más profunda de la Cuenca Salina.

El Paleógeno se caracterizó por un cambio en el proceso general de sedimentación con la orogenia de Laramide en curso en el lado occidental del país que llevó al empuje del cinturón de pliegues de la Sierra Madre a lo largo de la cordillera occidental. En la cuenca salina se produjo un aumento de la deposición de sedimentos, especialmente en el Eoceno, procedente de la cuenca de Veracruz, lo que se tradujo en sistemas de turbiditas que se desplazaban hacia el norte mientras desviaban la parte central y oriental de la cuenca, proporcionando una gran entrada de sedimentos.

La evolución geodinámica adicional entre Norteamérica y la placa de Cocos marcó la evolución tectónica de la Cuenca Salina a lo largo del Neógeno, con una migración del Bloque de Chortis hacia el este y la transpresión asociada que causó el cabalgamiento directo a la Cuenca Salina en dirección noreste en el Mioceno Medio-Superior. Todas las estructuras asociadas con los procesos de deformación halocinéticos y de lutitas han llevado al desarrollo de atrapamientos adecuados de recursos petroleros en el Área Contractual.

La CNH definió los límites exactos del Área Contractual conforme a los términos de la Ronda 2, Licitación 4, Cuenca Salina (CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018) y se basan en datos que Petróleos Mexicanos (PEMEX) había adquirido previamente para la región.

2.1.3 Ubicación física y dimensiones del Proyecto

Como se mencionó en la **Sección 1.1.2**, el Proyecto se ubica en la Cuenca Salina del Golfo de México, cuya distancia aproximada a los puertos y aeropuertos que potencialmente se utilizarán, se describe a continuación:

- a 473 km y a 476 km al sureste del Puerto y del Aeropuerto de Tampico, respectivamente, en el estado de Tamaulipas,
- a 400 km al este del Puerto de Tuxpan, en el estado de Veracruz,
- a 328 km al noreste del Aeropuerto de Veracruz,
- a 316 km al noreste del Puerto de Alvarado, en el estado de Veracruz,
- a 246 km al norte del Puerto de Dos Bocas, en el estado de Tabasco, y
- y a 277 km al noroeste del Aeropuerto de Ciudad del Carmen, en el estado de Campeche.

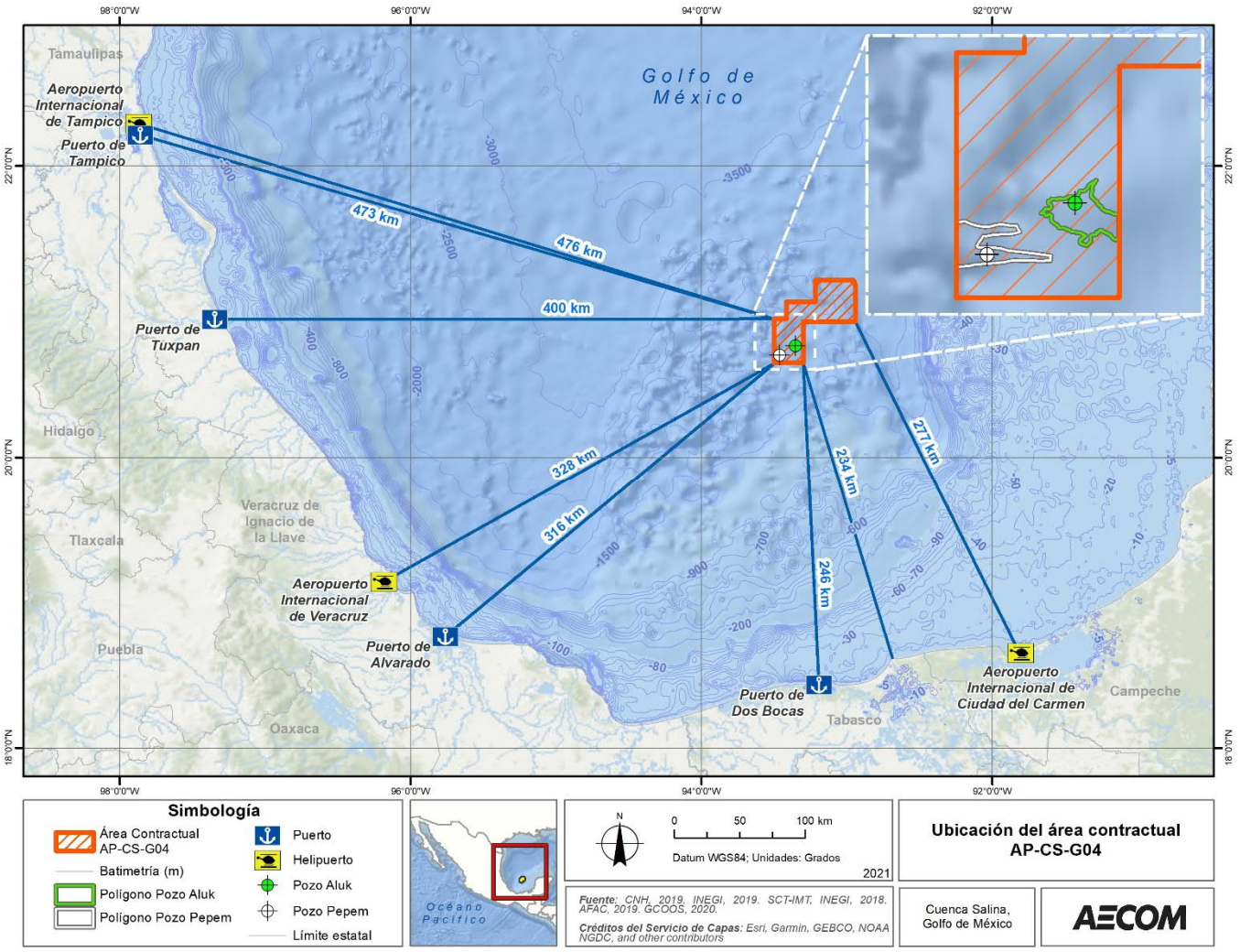
Con respecto a la costa más cercana, el Área Contractual se encuentra aproximadamente a 234 km al noroeste del estado de Tabasco.

El Área Contractual cubre un área cercana a 1,852.857 km^2 y se localiza en aguas con profundidades que van de 1,500 m a 2,950 m con un entorno oceánico de aguas profundas, sin hábitat terrestre ni cubierta vegetal.

La **Figura 2-1** muestra la ubicación del Área Contractual y en la **Tabla 2-1** se enlistan las coordenadas que definen los vértices de la misma.

Como se describió en la **Sección 2.1.2** y se muestra en la **Figura 2-1**, Shell ha identificado al Pozo Aluk como el Pozo Tipo para cumplir con el objetivo comprometido con la CNH.

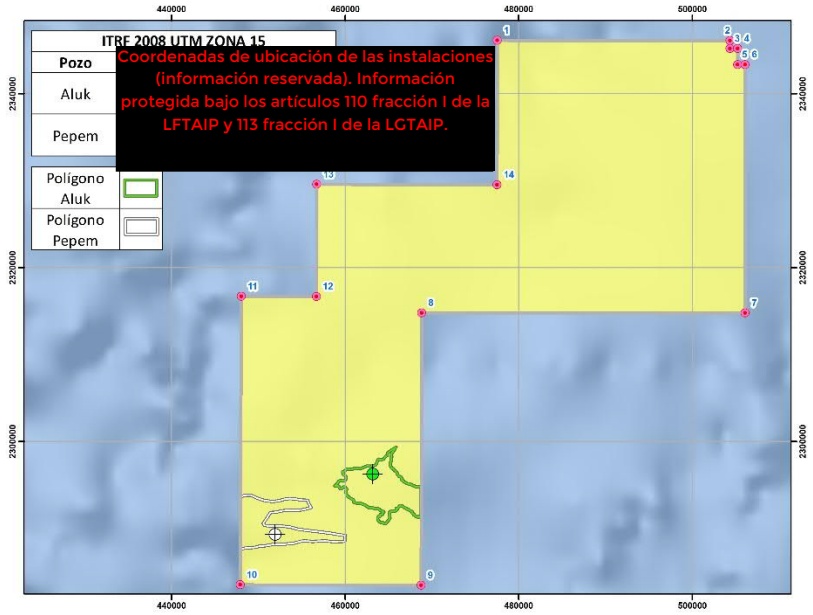
Figura 2-1. Ubicación del Área Contractual, incluyendo la ubicación de los Pozos Aluk y Pepem, con respecto a los puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan y los aeropuertos de Ciudad del Carmen, Tampico y Veracruz



Fuente: AECOM 2021

Tabla 2-1. Coordenadas del Proyecto, en el cual se muestra la ubicación de los Pozos

Vértice	ITRF2008 UTM 14N	
	X (m Este)	Y (m Norte)
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
Sin restricción de profundidad de agua.		



Fuente: AECOM 2021 con información de CNH 2018

Las coordenadas de la ubicación potencial de los Pozos se presentan en la **Tabla 2-2** y las coordenadas de los vértices de los polígonos de los mismos se presentan en el **Anexo 8.2.7**.

Tabla 2-2. Coordenadas de los Pozos

Localización en superficie	México ITRF 2008 / UTM 15N		Geográficas WGS84	
	(X) (m Este)	(Y) (m Norte)	Latitud	Longitud
Aluk	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.			
Pepem				

Fuente: Shell 2021

2.1.4 Inversión requerida

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP

2.2 Características particulares del Proyecto

2.2.1 Programa de trabajo

El objetivo principal de Shell durante el Periodo Inicial de Exploración es perforar al menos un pozo de exploración costa afuera. El plan de perforación está planeado para el primer trimestre del 2022.

El Proyecto se caracteriza por los siguientes hitos (las fechas futuras al momento de escribir este reporte son estimadas):

- Registro del Sistema de Administración y Obtención de la Clave Única de Registro de Regulado (CURR): 08 de octubre de 2018
- Presentación del Plan de Exploración a la CNH: 30 de octubre del 2018;
- Obtención del Resolutivo de la Evaluación de Impacto Social (EvIS) por parte de la Secretaría de Energía (SENER): 16 de noviembre de 2018;
- Presentación de la Línea Base Ambiental (LBA) a la ASEA: 01 de febrero del 2019;
- Opinión técnica favorable del Informe de LBA de la ASEA: 05 de marzo de 2019;
- Aprobación del Plan de Exploración: 24 de junio de 2019
- Presentación de la Solicitud de Autorización del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA): abril del 2021
- Presentación de la MIA-R y el ERA a la ASEA: abril del 2021
- Presentación de Aplicaciones para Descarga de Agua a Comisión Nacional del Agua (CONAGUA): junio del 2021
- Presentación del Registro y de los Planes de Manejo de Residuos (PMR) a la ASEA: junio de 2021
- Presentación del Permiso de Vertimiento en el Mar a la Secretaría de la Marina (SEMAR): agosto del 2021
- Presentación de la aplicación para Autorización para Perforación de Pozos: noviembre del 2021
- Aviso de Inicio de Actividades de Construcción del Pozo a la ASEA: enero del 2022

La duración de la campaña de perforación del Pozo Tipo puede tomar aproximadamente entre 60 y 90 días, e incluye la movilización, perforación, obtención de información básica a través de la adquisición de registros del pozo, la cementación, la obtención del registro del PSV y el taponamiento, tal como se muestra en la **Tabla 2-3**. La quema de gases como parte de una prueba de pozo no se considera dentro del alcance de este Proyecto.

La campaña para perforar un pozo depende de su profundidad final, por lo que el tiempo de perforación puede aumentar o disminuir dependiendo de su profundidad objetivo; sin embargo, el rango de tiempo indicado en la **Tabla 2-3** representa en términos generales, el programa de trabajo para la perforación exploratoria en cada pozo, independientemente del que se decida perforar.

Tabla 2-3. Etapas y actividades del programa de trabajo

Etapa	Nombre	Actividades	Duración aproximada (días)
1	Movilización y Estudio Previo a la Perforación		7 – 15
2	Operaciones	Perforación	38 – 48
		Adquisición de Registros del Pozo	4 – 10
		PSV	1 – 2
3	Taponamiento y Desmovilización		10 – 15

Fuente: Shell 2020

En la práctica, es probable que, en caso de perforarse los dos pozos, éstos no se perforen de manera secuencial, sino individualmente en cualquier momento durante el Periodo de Exploración, considerando que la duración máxima del Periodo de Exploración es de 10 años, como ya se indicó en la **Sección 1.1.3**.

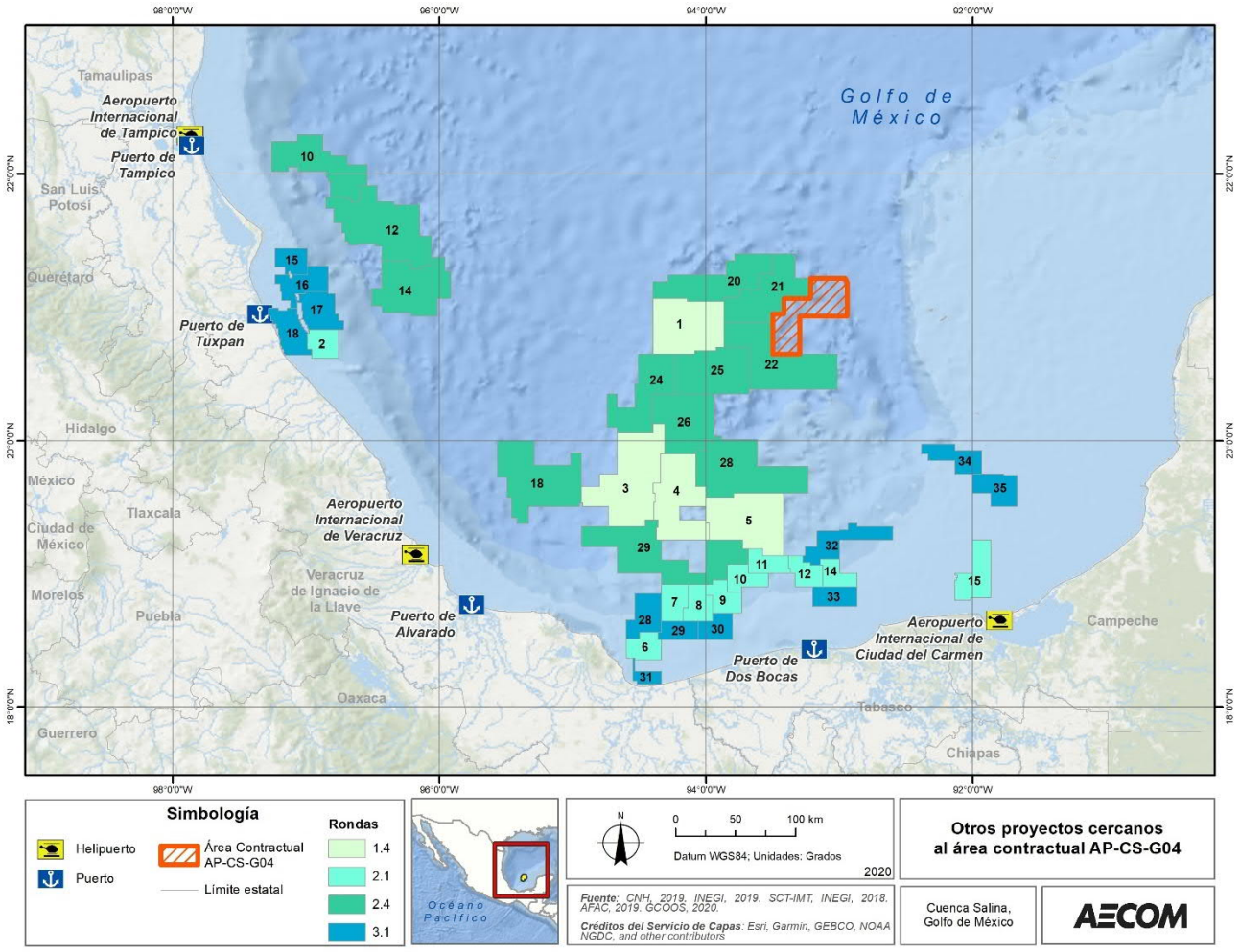
2.2.2 Representación gráfica regional

En la **Sección 2.1.3** se describen los detalles específicos sobre la ubicación del Proyecto, el área y el rango de profundidad que se presenta en el Área Contractual, por lo que, en la **Figura 2-2**, se representa la ubicación regional del Proyecto, así como las otras áreas contractuales costa afuera licitadas en las rondas 1, 2 y 3 con las que limita.

Tal como se puede observar en la **Figura 2-2,** el Área Contractual comparte límites con las siguientes áreas contractuales:

- Al noroeste, con el área contractual 21 de la Ronda 2.4 (CNH-R02-L04-AP-CS-G02/2018), adjudicada a Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V. y Chevron Energía de México, S. de R.L. de C.V.,
- Al sursuroeste, con el área contractual 22 de la Ronda 2.4 (CNH-R02-L04-AP-CS-G03/2018), adjudicada a Chevron Energía de México, S. de R.L. de C.V., Pemex Exploración y Producción e Inpex E&P Mexico, S.A. de C.V.

Figura 2-2. Mapa regional del Proyecto en Cuenca Salina

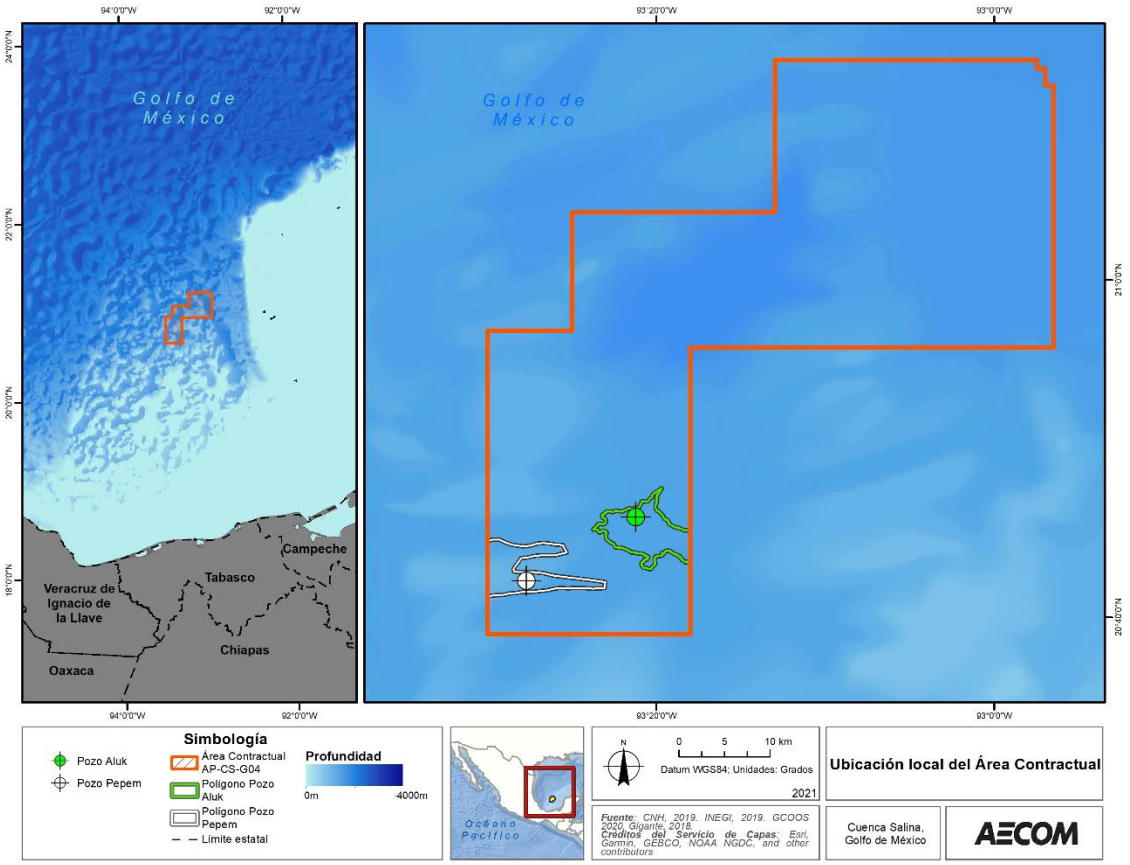


Fuente: AECOM 2020

2.2.3 Representación gráfica local del Proyecto

La **Figura 2-3** muestra la ubicación local del Área Contractual, en la que se muestran los dos Pozos identificados por Shell.

Figura 2-3. Ubicación local del Área Contractual, incluyendo los dos Pozos



Fuente: AECOM 2020

2.2.4 Preparación del sitio y construcción

La perforación de pozos en aguas profundas no requiere de actividades de preparación del sitio ni construcción, por lo que esta sección no es aplicable. Las actividades están limitadas a operaciones de perforación y mantenimiento.

2.2.5 Operación y mantenimiento

Los servicios requeridos por el Proyecto incluirán una Unidad Móvil de Perforación Costa Afuera del tipo buque de perforación con equipo especializado para perforar y completar el pozo, incluyendo equipo para perforación como la sarta de perforación, tubería ascendente de perforación (en lo sucesivo, *riser*) y el preventor de reventones (*Blow Out Preventer*, BOP), así como infraestructura para construcción (por ejemplo, tubo conductor, tubería de revestimiento y cabezal del pozo). A bordo del buque de perforación también habrá contenedores para el almacenamiento de residuos (peligrosos y de manejo especial), además de servicios sanitarios, cocina, lavandería, alojamiento y tratamiento de aguas residuales, todos diseñados y operados de conformidad con el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78) y otros requisitos aplicables nacionales e internacionales a los que México está suscrito.

Los servicios auxiliares requeridos para ejecutar el Proyecto incluirán los buques de apoyo (OSV, por sus siglas en inglés), un helicóptero y las bases de suministros (incluyendo el manejo de residuos). Se estima que se contratarán tres OSV para apoyar a las actividades de perforación, dos en operación continua durante las actividades de perforación y un tercero que será contratado cuándo se requiera. Adicionalmente, se contratará un buque de apoyo rápido (FSV, por sus siglas en inglés) para apoyar a las operaciones de perforación, que estará en operación continua durante estas actividades. Estos buques transportarán materiales entre el buque de perforación y las bases de suministros. Durante las operaciones de perforación los buques podrán realizar tres viajes de ida y vuelta por semana desde las bases de suministro al buque de perforación, sin embargo, en determinadas situaciones podrían ser hasta cuatro viajes de ida y vuelta por semana.

Las actividades de apoyo en tierra, como las bases de suministros y los prestadores de servicios para manejo de residuos (incluidos el manejo y disposición de recortes de perforación), se contratarán como parte de las actividades del Proyecto. Se planea que la base de suministros principal (también referida como base logística o base costera) se encuentre en Dos Bocas (estado de Tabasco), pero de manera secundaria, se podrían utilizar otras bases como los Puertos de Tuxpan y Alvarado (estado de Veracruz) y el Puerto de Tampico (estado de Tamaulipas). Dichas bases se utilizarán para la transferencia y/o almacenamiento de suministros, materiales, equipo, residuos y personal.

Finalmente, se contratará un servicio de helicóptero para el transporte de personal y equipo pequeño permitido a bordo. Se realizarán aproximadamente de cuatro a seis viajes por semana desde los helipuertos al buque de perforación y de regreso. Se espera que el helipuerto principal sea el Aeropuerto de Veracruz (estado de Veracruz), pero de manera secundaria se podrían utilizar otros helipuertos, como el Aeropuerto de Tampico (estado de Tamaulipas) y el Aeropuerto de Ciudad del Carmen (estado de Campeche).

La gestión en tierra del helipuerto y los servicios de las bases de suministros (incluyendo las instalaciones de manejo de residuos) está fuera del alcance de esta MIA-R. Sin embargo, el tránsito entre las instalaciones en tierra y el Área Contractual sí está considerado dentro del alcance de esta MIA-R, incluyendo el transporte de residuos de las actividades del Proyecto hacia dichas instalaciones. La exclusión de estas instalaciones en tierra en el alcance de la MIA-R se fundamenta en que dichas instalaciones están sujetas a sus propias autorizaciones ambientales y condiciones legales asociadas.

En el contexto de esta MIA-R, se entiende que las operaciones y mantenimiento asociado corresponden únicamente a las actividades de exploración de hidrocarburos, es decir, la perforación exploratoria y la finalización del pozo.

2.2.5.1 Instalaciones

La perforación se realizará por un subcontratista de perforación utilizando un buque de perforación diseñado para operaciones en aguas ultra profundas (**Imagen 2-1**). El buque de perforación específico aún no se ha determinado, ya que éste se seleccionará con base en los planes de perforación, requerimientos técnicos y disponibilidad; sin embargo, Shell considera utilizar un buque de perforación, que puede ser el *Noble Globetrotter II* o uno con características similares.

El *Globetrotter II* es un buque de perforación moderno, que se caracteriza por la presencia de una abertura en la sección media (conocida como "pozo central" o "*moonpool*") que cuenta con una torre de perforación, y un sistema de posicionamiento dinámico para mantener estable la posición del buque sin la necesidad de anclaje submarino. El buque de perforación como el que se muestra en la **Imagen 2-1**, tiene dimensiones de 188.97 m de largo y 32.0 m de ancho con un calado de operación de 11.88 m. Este buque de perforación se construyó en 2013 por STX Shipbuilder & Huisman y está diseñado para perforar en aguas con profundidades de hasta 3,000 m aproximadamente, con una capacidad de perforación máxima aproximada de 12,000 m. La capacidad estimada de tripulación total en el buque de perforación es de 180 personas.

Adicionalmente a las actividades dentro del Área Contractual, las operaciones de perforación requerirán del tránsito de hasta tres OSV, un FSV y un helicóptero que realizarán vuelos entre el buque de perforación y la costa. En la **Sección 2.2.5.2** se presenta una descripción detallada de las actividades del Proyecto.

Imagen 2-1. Buque de perforación *Noble Globetrotter II*



Fuente: Noblecorp 2020

El equipo y las capacidades clave de un buque de perforación moderno se describen en la **Tabla 2-4**.

Tabla 2-4. Equipo y capacidades clave del buque de perforación *Noble Globetrotter II*

Departamento del buque de perforación	Descripción del equipo y capacidades clave
Equipo Submarino y de Perforación (Ver **Sección 2.2.5.2,** para una descripción más detallada)	• Torre de perforación, donde se encuentran y operan los equipos de perforación (incluidos el malacate y el motor superior (referido de ahora en adelante como *top drive*), NOV TDS-1000A de 63,000 pies y una velocidad de 95 rpm. • Estantes para *riser*. • Sistema de fluido de perforación: bombas para fluido de perforación de 2,200 hp cada una, tanques para fluidos de perforación y equipos de control de sólidos. • Unidad de cementación: tanques a granel, sistema de mezcla y bomba de cemento de alta presión. • Laboratorio de fluidos de perforación. • Espacio de almacenamiento para albergar los consumibles asociados de perforación (combustóleo, productos químicos para el fluido de perforación, químicos para cemento, etc.) y equipos (herramientas de perforación, herramientas de finalización, equipos de prueba, etc.). • Equipo de control de pozos incluyendo un sistema de control BOP múltiple electrohidráulico, incluyendo una unidad de energía hidráulica superficial, acumuladores superficiales y submarinos, panel de control, sistema de control, válvula de llenado de tubo vertical y sistema acústico. • *Riser* marino.
Marino	• Ocho generadores Caterpillar C280-16 con una capacidad de 5,060 kW cada uno, en conjunto con ocho generadores Kato con capacidad de 4,600 kW y un generador de emergencia Caterpillar 3508B de 910 kW. • Sistema de posicionamiento dinámico para mantener la ubicación en el sitio del pozo (no se requerirán anclajes submarinos). • Sistema de gestión del buque que monitorea y controla el agua de lastre para mantener la estabilidad del buque. • Apoyo de navegación, incluyendo dos radares: uno X-band y un S-band. • Cuatro tomas de agua de mar con flujos de entrada continuos que van de 860 m^3/h a 3,005 m^3/h. El ingreso de bioincrustaciones marinas se previene por medio de rejillas, filtros de velocidad y un sistema de protección electrolítico contra crecimiento marino (MGPS).
Auxiliar	• Plataforma de aterrizaje de helicópteros y equipo de reabastecimiento de combustible. • Grúas para transferencia de equipos y suministros. • Alojamiento para tripulación, oficinas, sala de radio, cocina, comedor, salas de reuniones, salas recreativas e instalaciones de lavandería. • Sistema de agua potable (desalinización de agua de mar): dos generadores de ósmosis inversa con capacidad para generar 2.5 m^3/h cada una. • Sistema de tratamiento de aguas residuales. Una unidad para cumplir con los requisitos de MARPOL 73/78 con respecto a coliformes fecales y sólidos suspendidos, con capacidad de hasta 111 m^3/d. • Instalaciones de manejo de residuos (tratamiento *in-situ* o almacenamiento temporal) de conformidad con el "Plan de gestión de residuos" del buque según lo requerido por el Anexo V de MARPOL 73/78. • Cuatro botes salvavidas completamente cerrados, un bote de gran velocidad, 14 balsas salvavidas y diez boyas, sistema de radio, sistema de comunicación satelital, dispositivos de prevención de derrames, detectores de incendios y alarmas, sistema de detección de gas y H_2S, equipo de combate contra incendios, sistemas de diluvio, sistema de agua nebulizada en las salas de máquinas, e instalaciones médicas.

Fuente: AECOM 2020

Para proporcionar suministros adecuados de materiales para operaciones continuas y condiciones de emergencia, los buques de perforación suelen mantener a bordo un inventario de consumibles a granel y líquidos. Ya que dichas embarcaciones tienen una capacidad de almacenamiento para varias semanas de actividad. La **Tabla 2-5** presenta las capacidades de almacenamiento de un buque de perforación típico.

Tabla 2-5. Capacidades de almacenamiento y utilidad de un buque de perforación

Material	Capacidad
Fluido de perforación	15,000 bbl
Agua para perforación	18,900 bbl
Agua potable	6,520 bbl
Salmuera	5,000 bbl
Aceite base para el fluido de perforación sintético	5,000 bbl
Combustible	21,564 bbl
Material a granel (Productos químicos para el fluido de perforación y cemento)	979.8 m^3
Material en sacos	10,000 sacos

Fuente: AECOM 2020

2.2.5.2 Actividades

Considerando que Shell tiene como objetivo la perforación de al menos un pozo exploratorio y que las actividades de perforación exploratorias son similares independientemente del pozo, a continuación, se describen las actividades requeridas para la perforación de un pozo exploratorio.

2.2.5.2.1 Estudio de Línea Base Ambiental

En cumplimiento con los términos del Contrato, Shell realizó un estudio en el Área Contractual para establecer una LBA definida en el Contrato como “las condiciones ambientales en las que se encuentran los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, así como las relaciones de interacción y los servicios ambientales, existentes en el Área Contractual previo a la ejecución de las actividades previstas en el Contrato”. El estudio de campo se completó en agosto del 2018, y el reporte correspondiente se presentó a la ASEA el 01 de febrero del 2019. La ASEA reconoció el cumplimiento de la obligación contractual de Shell y emitió su opinión técnica a la CNH el 5 de marzo de 2019, quién notificó la ausencia de daños ambientales y daños preexistentes a Shell. En el **Anexo 8.2.8** se presenta copia de la notificación de ausencia de daños ambientales y de daños preexistentes, así como de la opinión técnica favorable del Informe de LBA. Este Estudio de LBA se utilizó como un insumo para la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) en el **Capítulo 4** de este reporte.

2.2.5.2.2 Movilización y estudio previo a la Perforación

Una vez que se obtengan los permisos y las autorizaciones correspondientes, el buque de perforación se movilizará al Área Contractual. Se espera que el buque de perforación se movilice a la ubicación de perforación y que los consumibles (equipo de pozos y material de perforación) y los equipos específicos de terceros necesarios para iniciar las actividades de perforación se transporten al sitio de perforación por medio de los OSV y el FSV. Las rutas de movilización para el buque de perforación, los OSV y el FSV se definirán en el momento de la ejecución del Proyecto y tendrán en cuenta los riesgos de navegación, así como las rutas de navegación existentes, y se apegarán a las buenas prácticas de navegación aplicables (por ejemplo, el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, 1974 [SOLAS]; el Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 [COLREG]; y el Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar, 1978 [STCW]).

Una vez en el sitio de perforación, se instalarán una serie de transpondedores acústicos en el lecho marino. Este arreglo es uno de los sistemas de referencia para el posicionamiento del buque junto con los sistemas de posicionamiento satelital. Los sistemas de referencia permiten que la plataforma de perforación calcule su posición absoluta y realice los ajustes necesarios para mantener la posición adecuada gracias a los propulsores. Posteriormente, se realizará un levantamiento de imágenes del fondo marino con imágenes previas a la perforación utilizando una cámara de video montada en un Vehículo de Operación Remota (*Remotely Operated Vehicle*, ROV). En general, esto se realiza para verificar que no haya riesgos potenciales en el lecho marino como naufragios, obstáculos ambientales o hábitats sensibles (comunidades quimiosintéticas o corales de aguas profundas) en el lugar donde se pretende perforar el pozo. La realización de esta operación toma algunas horas.

Durante el levantamiento de imágenes del fondo marino, se preparará el primer conjunto de perforación requerido para la instalación de la tubería del conductor y se colocará en posición para la perforación. El movimiento de equipos y fluidos sobre y alrededor del barco se llevará a cabo utilizando grúas, montacargas, cabrestantes, mangueras, tuberías y bombas. Una vez que el estudio se haya completado y el equipo de perforación esté listo, comenzarán las actividades de perforación.

De conformidad con la práctica industrial internacional y con el Acuerdo emitido el 7 de diciembre de 2017, por el cual se modifica el similar por el que se establecen zonas de seguridad para la navegación y sobrevuelo en las inmediaciones petroleras y para el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en zonas marinas mexicanas, publicado el 11 de octubre de 2016 (SEMAR *et al.* 2017), Shell establecerá una franja de seguridad de 2,500 m alrededor de la plataforma de perforación. Así mismo, con base en lo especificado en el mismo acuerdo, la pesca de arrastre, con redes dormidas o cualquier uso de otro tipo de red no es permitida a menos de 1,000 m del buque de perforación. Shell mantendrá comunicación directa con la Capitanía de Puerto y autoridades correspondientes en cumplimiento con lo especificado en la Ley Federal de Navegación y Comercio Marítimo (LNCM) y su Reglamento.

2.2.5.2.3 Actividades de perforación

2.2.5.2.3.1 Secuencia de perforación

La técnica de perforación que se empleará consistirá en un sistema rotativo estándar con un sistema de *top drive*. Esto comprende la torre de perforación (una estructura similar a una grúa) montada en el piso del equipo de perforación. También se monta un malacate (la maquinaria de elevación principal) en el piso de la perforadora, en la base de la torre de perforación. Una línea de perforación (hecha de cable de acero) pasa desde el malacate hasta la parte superior de la torre a través del "bloque de corona" (arreglo de poleas), que luego opera en un movimiento hacia arriba y hacia abajo el "bloque viajero" (otra serie de poleas) que se sujeta a un gancho. El sistema funciona como una grúa que levanta la "sarta de perforación" (una columna de *riser* que se unen para transmitir fluido de perforación, peso y torsión de perforación a la barrena) dentro de la torre de perforación y luego la baja a través del pozo central a la superficie del mar. A medida que se agregan las uniones de tubería de perforación adicionales (+/- 9 m cada una) a la sarta de perforación, esta se puede ir bajando progresivamente.

El *top drive* es un dispositivo mecánico que controla la rotación de la sarta de perforación y permite la inyección del fluido de perforación a través de esta. El *top drive* está suspendido del gancho, lo que permite el movimiento hacia arriba y hacia abajo a través de la acción de los malacates. Cuando la perforación comienza, una barrena de perforación rotativa se sujeta al extremo inferior de la sarta de perforación y se baja a través del piso del equipo de perforación. El *top drive* suministra el movimiento rotatorio de la sarta de perforación y la barrena al final de la sarta de perforación. La barrena de perforación se lubrica con un fluido de perforación que se inyecta en la sarta de perforación.

La perforación costa afuera en aguas profundas se lleva a cabo monitoreando el avance de los equipos de perforación hasta la profundidad deseada bajo el lecho marino, utilizando fluidos de perforación para ayudar a controlar y administrar estas actividades. El diseño exacto del pozo aún no se ha determinado, pero el enfoque típico de la construcción del pozo se puede dividir en dos componentes principales:

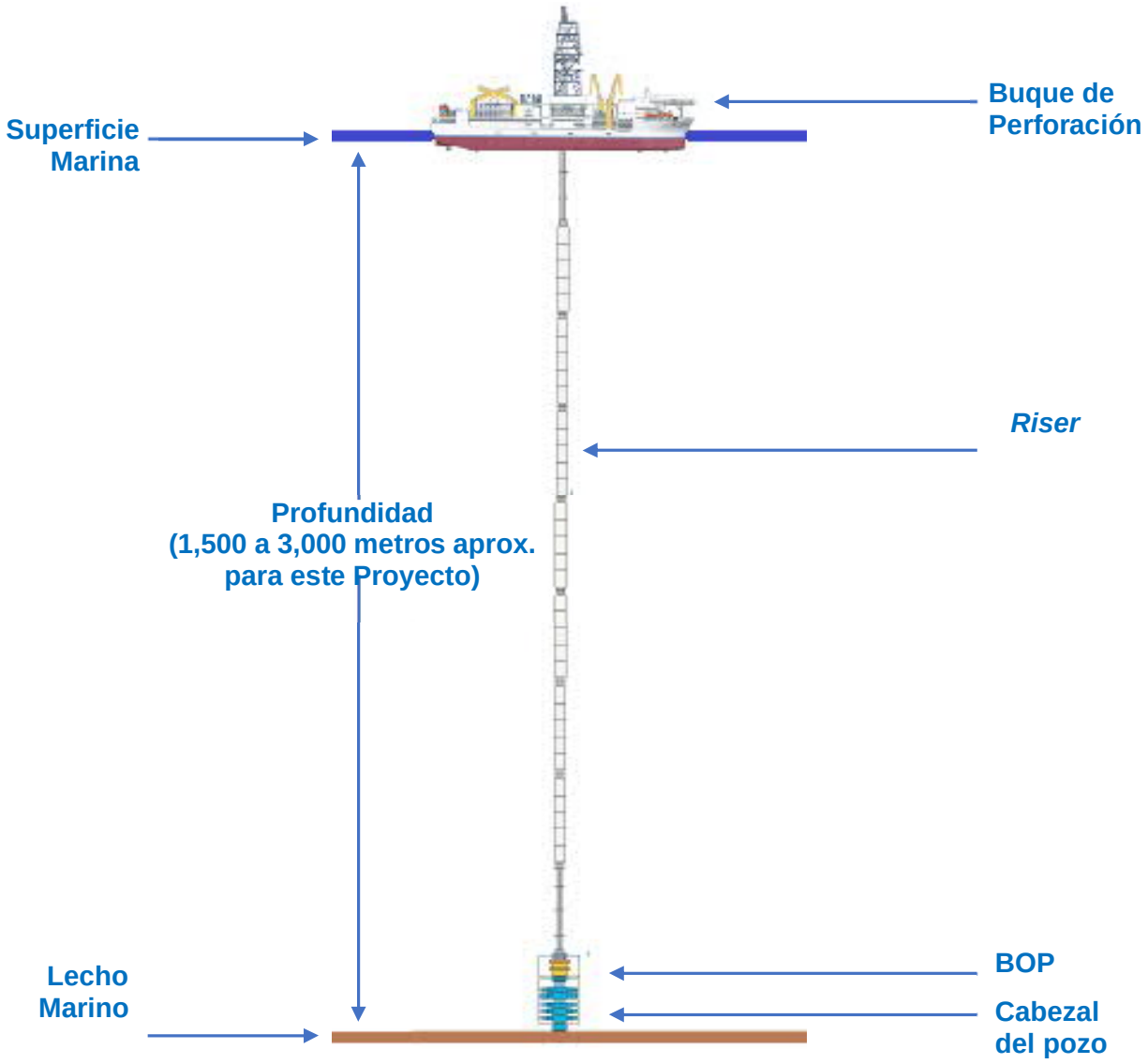
- Una fase inicial conocida como “perforación sin tubo ascendente (en lo sucesivo, *riserless* o sin *riser*)”; es decir, un sistema abierto sin una conexión de retorno directa para fluido de perforación y recortes al buque de perforación;
- Una fase secundaria conocida como "perforación con tubo ascendente (en lo sucesivo, *riser*)"; es decir, sistema cerrado con una conexión de retorno directa para fluido de perforación y recortes al buque de perforación.

Durante la fase de perforación *riserless*, la sarta de perforación se baja hasta el lecho marino para desplazar los sedimentos por medio de la inyección del fluido de perforación a alta presión (conocida como la técnica de jeteo) hasta una profundidad aproximada de 60 m a 100 m por debajo del lecho marino (ver **Capítulo 5** para mayor detalle acerca de la evaluación de los impactos asociados). A medida que el material se elimina por jeteo, se instala simultáneamente una tubería de acero estructural, conocida como tubo conductor. En esta etapa inicial, el tubo conductor se utiliza para evitar que el sedimento desplazado colapse en el agujero, y para dirigir la sarta de perforación. En etapas posteriores de la perforación, el tubo conductor se utilizará como el cimiento del cabezal del pozo, de los equipos de control de pozos y de los *risers* posteriores.

Después de la instalación del tubo conductor, generalmente se perfora una sección superficial del pozo varios cientos de metros debajo del lecho marino. El *riser* de superficie con el cabezal de alta presión se baja y se cementa para evitar que el pozo colapse. Esta tubería de revestimiento de superficie marca el final de las etapas *riserless* de construcción del pozo. La profundidad de la perforación *riserless* depende del diseño específico de cada pozo y, por lo general, está influenciada por los resultados de una evaluación sísmica previa de los riesgos de perforación y la presión de la perforación. Esta "evaluación de riesgos someros" es una interpretación estructural y estratigráfica de los datos sísmicos para delinear cualitativamente las zonas de presión anormal, el gas poco profundo, la estabilidad del lecho marino, el flujo de aguas someras y los hidratos de gas.

Posteriormente, se puede instalar un BOP en la parte superior del cabezal del pozo, conectado al buque de perforación mediante el *riser* (**Figura 2-4**). El BOP se compone de una serie de dispositivos de cierre individuales utilizados para sellar y controlar cualquier presión extrema o flujo no controlado del yacimiento. El sistema de preventores estará certificado según los estándares internacionales, tales como los estándares establecidos en el Instituto Americano del Petróleo (IAP), y se certificará para presiones superiores a las esperadas en el pozo (basándose en las características de pozos similares perforados en el área). Se recolectarán datos en tiempo real para asegurar que el diseño del pozo y equipo se encuentren dentro de las presiones operativas planeadas. Además, se realizarán pruebas del BOP después de la instalación inicial y durante intervalos regulares a lo largo de las operaciones de perforación.

Figura 2-4. Diagrama de un buque de perforación típico con *riser* y BOP instalados



Fuente: Adaptado de JAMSTEC 2015

Con el *riser* marino conectado al BOP, se crea una conexión entre la plataforma de perforación y el pozo, que se conoce como sistema ascendente. Este sistema ascendente permite que el fluido de perforación se recircule al equipo de perforación, se procese y reutilice después de su acondicionamiento (**Sección 2.2.5.2.3.3** y **Figura 2-14**). Una vez instalado el *riser*, se perfora la siguiente sección más profunda del pozo y de nuevo se baja una tubería de revestimiento adicional al pozo y se cementa en su lugar. Esto continúa hasta que el pozo llega a la profundidad deseada.

Se desplegarán técnicas de adquisición de registros del pozo para determinar la presencia de hidrocarburos producibles. Con base en estos resultados, el pozo será entubado y temporal o definitivamente taponado.

Shell ha identificado un Pozo Tipo para la perforación. La **Tabla 2-6**, resume las características principales del estado mecánico del Pozo Aluk. Se planea que el tubo conductor sea de 36” (91.44 cm) de diámetro (instalado durante la fase inicial de jeteo). Una vez en su lugar, la primera sección se perforará con un diámetro de 32”

(81.28 cm), y a continuación, se perforarán las secciones de diámetro que se reducen secuencialmente, como se muestra en los estados mecánicos que se presentan más adelante.

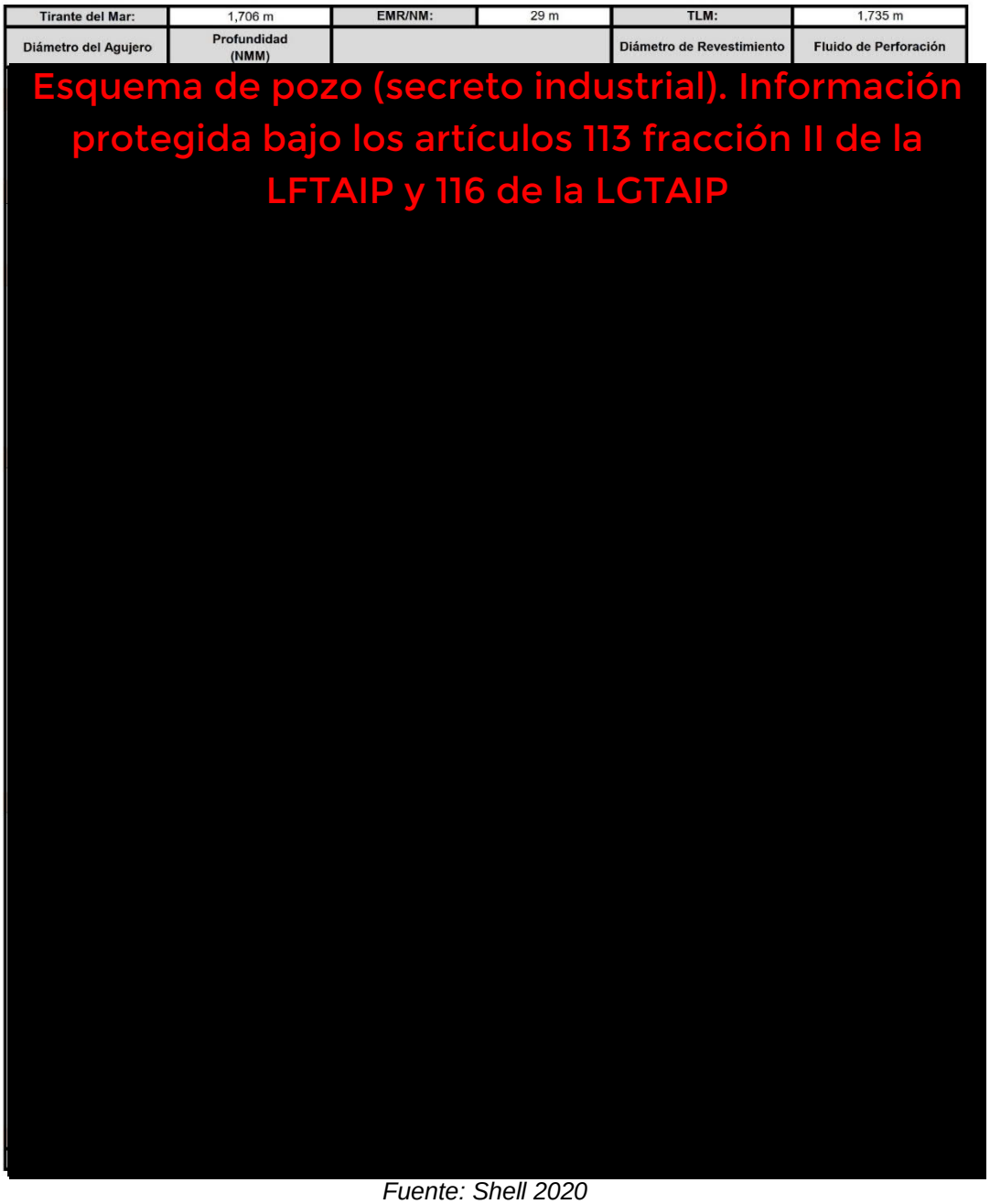
Tabla 2-6. Características principales del estado mecánico del Pozo Aluk

Fase	No. de sección	Diámetro del agujero (“)	Diámetro de TC/TR/AD (“)	Longitud de sección (m)
				Pozo Aluk
Esquema de pozo (secreto industrial). Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP				

Notas:
TC = Tubo conductor
TR = Tubería de revestimiento
AD = Agujero descubierto

El estado mecánico preliminar del Pozo Aluk, al momento de la elaboración de este documento, se presenta en la **Figura 2-5**.

Figura 2-5. Estado mecánico preliminar del Pozo Aluk



Fuente: Shell 2020

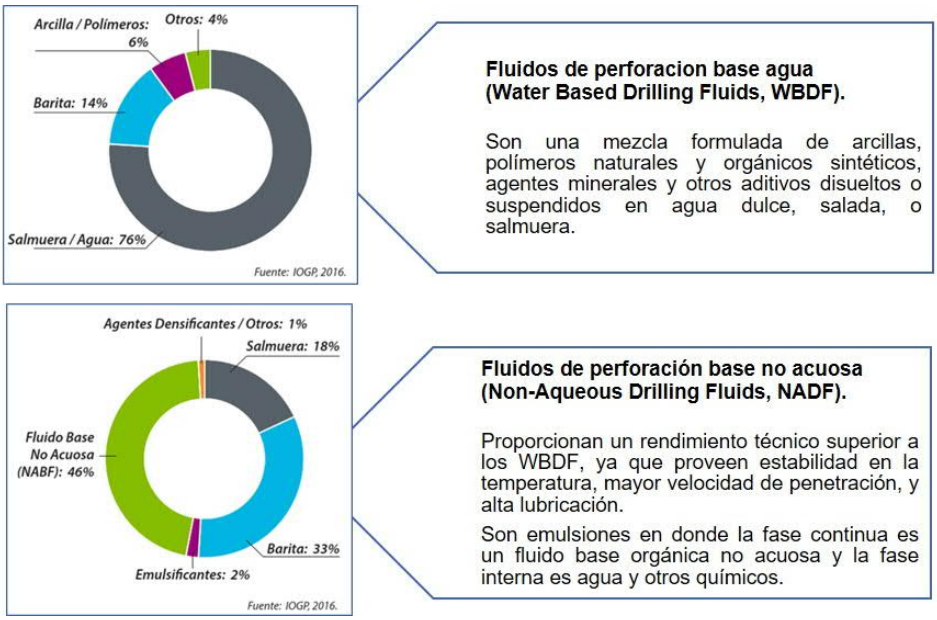
2.2.5.2.3.2 Fluidos de perforación

Como se indicó anteriormente, el fluido de perforación (referido en algunas ocasiones como lodo) se bombea por el interior de la sarta de perforación y sale por la barrena de perforación. Las funciones principales del fluido de perforación son:

- Reducir la fricción entre la sarta de perforación y el pozo, así como enfriar y lubricar la barrena de perforación;
- Generar presión hidrostática para controlar la presión del pozo, evitar que los fluidos y gas de formación ingresen al pozo, y prevenir un colapso antes de instalar el *riser*;
- Retirar los recortes de roca del fondo del pozo y transportarlos a la superficie;
- Suspender los recortes de perforación en el pozo si se interrumpe la circulación; y
- Crear una "torta" de baja permeabilidad en la pared del pozo para estabilizar y sellar las formaciones a medida que se perforan.

Existen varios tipos de fluidos de perforación que se han desarrollado para la perforación de pozos petroleros, pero principalmente se dividen en dos, tal como se esquematiza en la **Figura 2-6**.

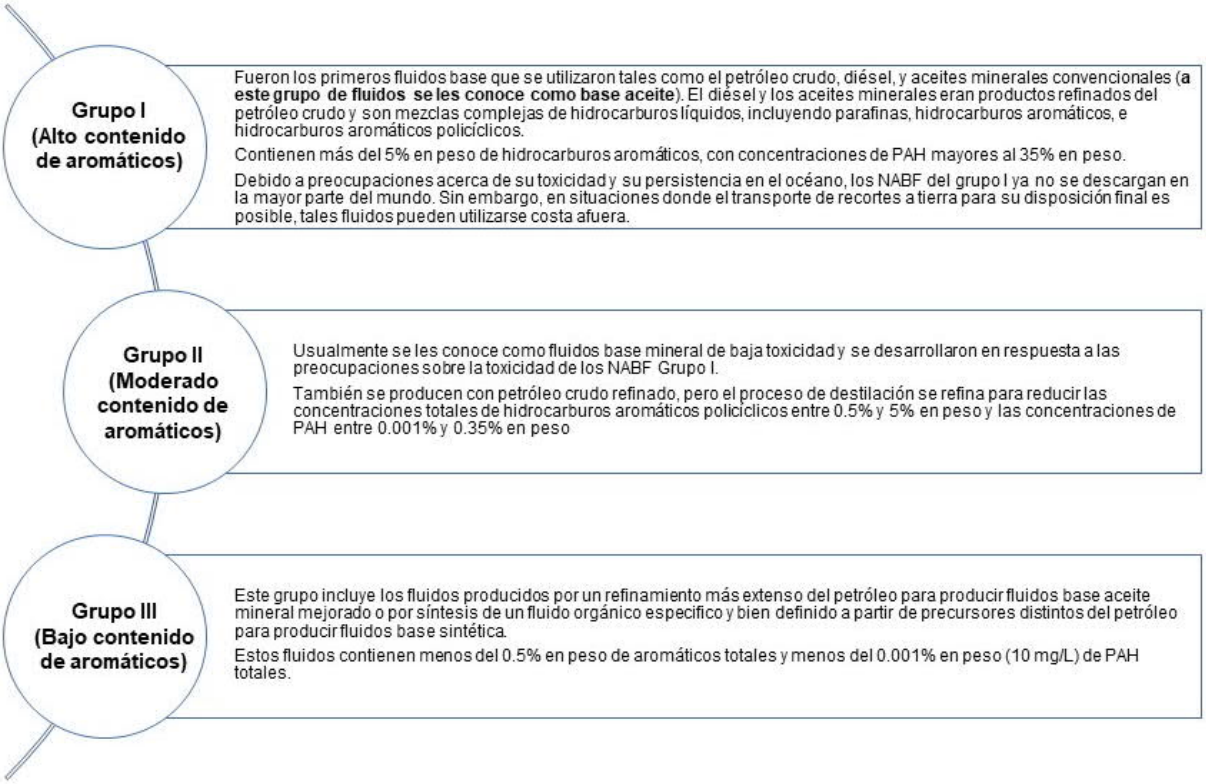
Figura 2-6. Tipos de fluidos de perforación y composición



Fuente: IOGP 2016

En 2003, la Organización Internacional de Productores de Crudo y Gas [IOGP (antes OGP), por sus siglas en inglés] clasificó los Fluidos Base No Acuosa (*Non-aqueous* Base Fluid, NABF) de acuerdo con la concentración de hidrocarburos aromáticos en tres grupos (Grupo I, Grupo II y Grupo III), un factor que contribuye a la toxicidad del fluido de perforación (OGP, 2003). Posteriormente, la IOGP (2016) retomó esta clasificación y detalló la definición de los grupos tal como se esquematiza en la **Figura 2-7**.

Figura 2-7. Clasificación de los Fluidos Base No Acuosa



Fuente: IOGP 2016

Durante la perforación *riserless*, los fluidos típicamente utilizados son los "baches de barrido" a base de agua de mar y WBDF. Un bache de barrido es un volumen relativamente pequeño de fluido viscoso, típicamente un gel portador que circula para barrer, o remover, restos o fluidos residuales del sistema de circulación. Los baches utilizados en la perforación *riserless* son esencialmente agua de mar viscosificada, y la viscosidad se proporciona típicamente añadiendo goma guar, un polisacárido hidrófilo de la semilla de la planta de guar. Una alternativa común a la goma guar es la goma de xantano, un polisacárido secretado por el género de bacterias *Xanthomonas campestris*.

Los baches de barrido se pueden utilizar para la fase de jeteo de 36". El agujero de 26” se perforará con un WBDF. El WBDF inicialmente toma la forma de un bache de lodo bentonítico que es principalmente una mezcla de agua de mar y bentonita (un material compuesto de minerales arcillosos, predominantemente montmorillonita con pequeñas cantidades de otros minerales del grupo esmectita). La bentonita se hincha considerablemente cuando se expone al agua, lo que la hace ideal para proteger las formaciones de la invasión de fluidos de perforación. Al bache de lodo bentonítico le sigue el "*pad mud*", un fluido de perforación compuesto principalmente de agua de mar y barita, diseñado para mantener la estabilidad del pozo mientras la tubería se instala en el agujero. La barita es un mineral denso compuesto de sulfato de bario ($BaSO_4$) utilizado como agente densificante (es decir, para control de la densidad).

En la **Tabla 2-7** se enlistan algunos de los componentes químicos típicos de los baches de barrido a base de agua de mar y WBDF, así como sus funciones correspondientes.

Tabla 2-7. Componentes químicos típicos de los baches de barrido a base de agua de mar y del WBDF, así como sus funciones correspondientes

16.0 ppg SRV				
Productos	**Función**	**Descripción**	**Concentración del producto MW 16.0 ppg Sal saturada WBDF (SRV)**	**Concentración del producto MW 16.0 ppg Sal saturada WBDF (SSRV)**
10.0 ppg NaCl Salmuera, bbl / bbl	Fase continua	Salmuera inhibitoria	0.757 – 0.751	0.655 – 0.648
Cloruro de sodio, ppb	Sal inhibidora	Cloruro de sodio	-	100
BARAZAN® D PLUS, ppb	Viscosificador / Agente de suspensión	Polímero de goma de xantano	1.0 – 2.0	1.0 – 2.0
PAC-R, ppb	Agente controlador de filtrado	Polisacárido	0.5 – 3.0	0.5 – 3.0
Barita 4.2 SG o Barita 4.1 SG, ppb	Agente de ponderación	Barita regular	350.32 – 354.12	305.74 – 308.75
Barridos de alta viscosidad				
Productos	**Función**	**Descripción**	**Concentración del producto Barrido de Alta Viscosidad (Bentonita)**	
Bentonita, ppb	Viscosificador	Bentonita API	25.0 – 30.0	
Cal, ppb	Fuente de alcalinidad	Cal	0.1-0.2	
BARAZAN® D PLUS, ppb	Viscosificador / Agente de suspensión	Polímero de goma de xantano	0.1 – 0.25	
EZ-MUD, ppb	Estabilizador de arcillas	Polímero sintético parcialmente hidrolizado	1.0 – 4.0	
Píldoras SAPP				
Productos	**Función**	**Descripción**	**Concentración del producto Barrido SAPP (Píldoras de dispersión)**	
SAPP, ppb	Dispersión Gumbo	Pirofosfato ácido de sodio	1.0 – 2.0	

NOTA:
SRV: SATURATED RISER-VIS™
SSRV: SUPER-SATURATED RISER-VIS™
SAPP: Pirofosfato ácido de sodio

Fuente: Shell 2020

Durante la perforación con *riser* generalmente se utilizan NADF en lugar de WBDF, ya que proporcionan un rendimiento técnico superior a la mayoría de los WBDF y proveen estabilidad en la temperatura, mayor velocidad de penetración, alta lubricación, integridad del pozo y protección contra los hidratos de gas en el pozo. Los aditivos químicos específicos en el NADF y sus concentraciones relativas se adaptan de acuerdo con las condiciones específicas del pozo, por ejemplo, el tipo de formación o la temperatura, entre otros.

Para este Proyecto, los fluidos base que se utilizarán son el BaraXcel™ 4, un producto patentado a base de olefinas o el BaraXcel™ 5, un producto patentado a base de olefinas y ésteres, ambos ofrecidos por Halliburton y que pertenecen al Grupo III (Bajo contenido de aromáticos, <0.001% en peso), de acuerdo con la clasificación del IOGP descrita anteriormente. Cabe mencionar que, en caso de Shell opte por otra opción de NADF, seleccionará un producto equivalente del Grupo III.

Es importante mencionar que los fluidos base del Grupo III (Olefinas internas) a utilizar, no son "fluidos base aceite". Los "fluidos base aceite" son los fluidos del Grupo I (por ejemplo, diésel).

La **Tabla 2-8** proporciona dos formulaciones típicas, una para el Pozo Tipo y la otra en el caso de altas temperaturas durante la perforación, así como aditivos químicos opcionales para estos sistemas.

Tabla 2-8. Composición típica del NADF

Productos	Función	Descripción	Rango de Concentraciones	
			Pozo Tipo	Pozo de Altas Temperaturas
Fluido Base BaraXcel™ 4 o BaraXcel™ 5, bbl/bbl	Estabilidad en la temperatura, mayor velocidad de penetración y alta lubricación	Fluido base sintético 100% isomerizado a base de olefinas internas	0.5 – 0.6	0.5 – 0.6
LE SUPERMUL, ppb	Emulsificante	Ácido graso poliaminado	8 - 12	8 - 14
Cal, ppb	Fuente de Alcalinidad	Cal	3 - 5	3 - 5
Sal CaCl2, ppb	Salinidad en la Fase Acuosa	Sal, Cloruro de Calcio	24 - 30	18 - 26
ADAPTA L, ppb	Agente de Control de Filtración	Polímero reticulado	0 - 4	0 - 4
ADAPTA 450, ppb	Agente de Control de Filtración	Polímero reticulado	0 - 6	0 - 6
TAU-MOD®, ppb	Agente de Suspensión	Material poroso	3 - 11	2 - 6
AQUAGEL GS, ppb	Agente de Suspensión	Arcilla de Bentonita	N/A	1 - 4
RHEMOD L, ppb	Modificador de Reología/Agente de Suspensión	Ácido graso	0.5 - 4	0.125 - 1
BARACARB 5, ppb	Agente de Obturación	Carbonato de calcio	10 - 15	10 - 15
Barita 4.2 SG, ppb	Agente Densificante	Sulfato de Bario	55 - 350	140 - 350
BaraVis IE-568, ppb	Modificador de Reología	Ácidos grasos polimerizados	N/A	0.125 - 1
Aditivos opcionales*				
COLDTROL, ppb	Agente de Reología de Baja Temperatura	Alcohol	0.75 - 1.0	
DRILTREAT, ppb	Agente humectante	Agente humectante	0.25 - 3.0	
OMC-42, ppb	Diluyente de SBM	Diluyente de SBM	0.25 - 1.5	
BARACARB, ppb	Agente de Obturación	Carbonato de Calcio	20 - 40	
STEELSEAL, ppb	Material para Pérdida de Circulación (Lost Circulation Material, LCM)	Grafito elástico	20 - 40	
BaraShield-663, ppb	LCM	LCM	30 - 100	
BaraShield-664, ppb	LCM	LCM	30 - 100	
BaraBlend-657, ppb	LCM	LCM	90 - 120	
BaraBlend-665, ppb	LCM	LCM	90 - 120	
BaraLock-666, ppb	LCM	LCM	0.25 - 0.5	

Productos	Función	Descripción	Rango de Concentraciones	
			Pozo Tipo	Pozo de Altas Temperaturas
EZ-PLUG, ppb	LCM	LCM	5 - 100	
STOPPIT, ppb	LCM	LCM	10 - 80	
SOURSCAV, ppb	Secuestrador de H_2S	Gluconato de hierro	1.0	
BAROLIFT®, ppb	Sweeping Agent	Fibra sintética	0.25 – 0.50	
Oxido de zinc	Sequestrador de H_2S	Oxido de zinc	1 - 14	
	**NOTA: Los aditivos opcionales se utilizarán únicamente si son requeridos como respuesta a los desafíos específicos que puedan ocurrir. Por ejemplo, el Material para Pérdida de Circulación (Lost Circulation Material, LCM) se utiliza cuando ocurren pérdidas de la formación; el agente de liberación de tubería se utiliza si ocurre un evento de tubería atascada, etc.*			

Fuente: Shell 2020

2.2.5.2.3.3 Control de recortes de perforación, fluidos de perforación y sólidos producto de la separación

Durante la perforación *riserless,* no es posible recircular los recortes de perforación con WBDF hacia el equipo de control de sólidos del buque de perforación, ya que aún no se cuenta con una conexión de retorno directa; por lo tanto, los recortes de perforación junto con WBDF serán depositados en el lecho marino.

Como se mencionó anteriormente, los baches de barrido base agua de mar se bombean a través de la tubería de perforación y la boquilla de la barrena para descargar los recortes del agujero del pozo. Los recortes son expulsados del cabezal del pozo hacia el lecho marino. El flujo del bache de barrido moverá los recortes unos cuantos metros en la columna de agua antes de que se sedimenten en el lecho marino alrededor del cabezal del pozo (ver **Capítulo 5** para la evaluación del impacto).

Cuando la perforación *riserless* ha alcanzado la profundidad deseada, el pozo se rellena con WBDF densificado con barita para estabilizar las paredes del agujero del pozo mientras la sección es entubada. Este WBDF y cualquier recorte asociado serán desplazados del pozo cuando se bombee el cemento para asegurar la tubería de revestimiento.

La deposición marina de los baches de barrido, WBDF y recortes de la fase sin riser es una práctica internacional estándar. Por ejemplo, en el Mar del Norte del Reino Unido no existen restricciones respecto a la deposición de WBDF, siempre que no contenga sustancias químicas listadas como tóxicas por el Convenio Oslo Paris (OSPAR). De manera similar, los permisos del *Canadian National Energy Board (NEB), Canada-Newfoundland and Labrador Offshore Petroleum Board (C-NLOPB)* y *Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board (CNSOPB) Offshore Waste Treatment Guidelines* (NEB *et al.* 2010) autorizan la deposición de WBDF y recortes asociados en el sitio de perforación sin tratamiento previo. En EE. UU., incluyendo la porción estadounidense del Golfo de México, no hay restricciones de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) para la deposición de WBDF. Esto se establece en el *Permiso General para Fuentes Nuevas y Existentes y Nuevos Vertedores en la Subcategoría Costa Afuera de la Categoría de Extracción del Sector Hidrocarburos de la Porción Oeste de la Plataforma Continental Externa del Golfo de México* (GMG290000), emitido por Sistema Nacional para la Eliminación de Descargas de Contaminantes (US EPA 2017). La deposición está permitida siempre y cuando el WBDF cumpla con dichos requerimientos.

Una vez que se conecte el *riser*, el WBDF en el pozo ya se habrá depositado al lecho marino. El *riser* se encontrará inicialmente lleno de agua de mar cuando se conecte. Una vez que el *riser* se encuentre en su lugar, el cemento en el pozo se perfora y el agua de mar en el *riser* se desplaza utilizando un fluido espaciador viscoso a base de agua (compuesto de agua de mar y surfactantes químicos, agentes humectantes que alteran la humectabilidad de los metales y la superficie de la roca en el pozo, polímeros viscosificantes solubles en agua y barita), seguido por NADF. Durante este proceso, los fluidos desplazados se recirculan al buque de perforación. Es común que se genere una interfaz donde el fluido espaciador y el NADF están mezclados. El ingeniero de fluidos de perforación

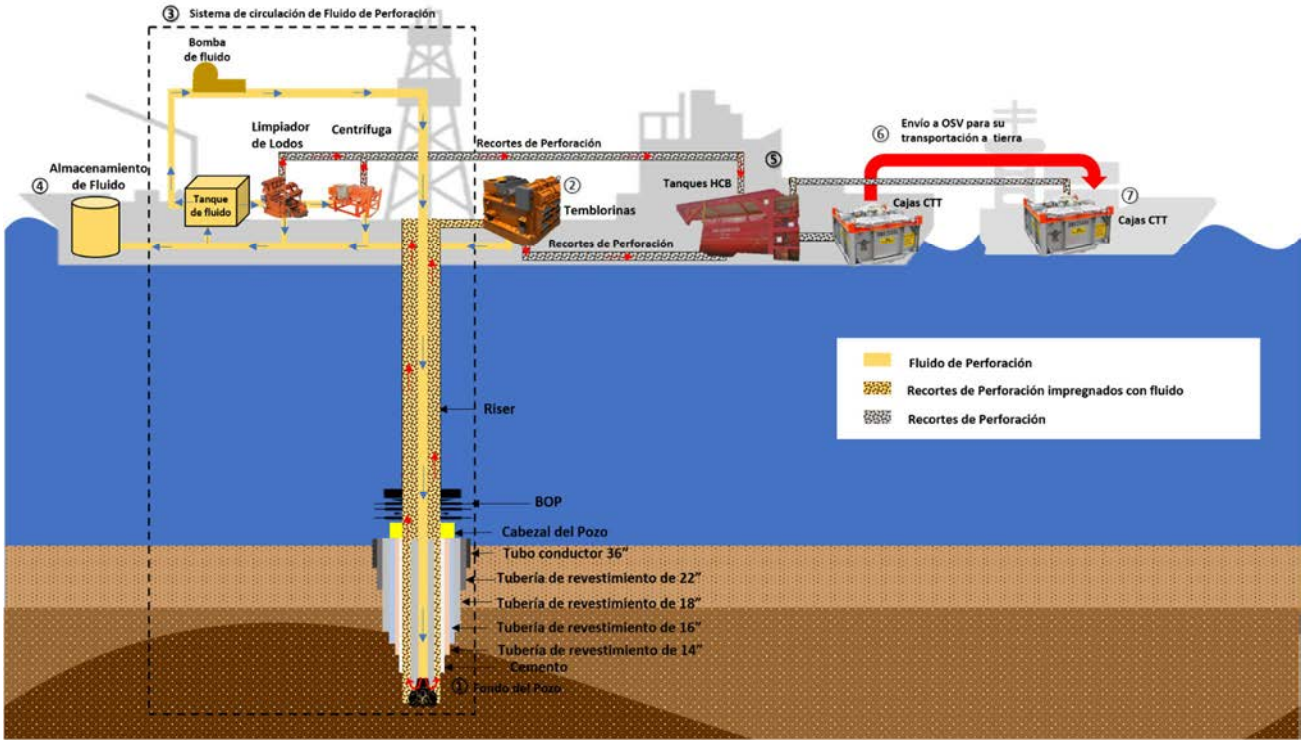
en el buque de perforación observará que los fluidos que regresan del agujero del pozo durante el desplazamiento, y el agua de mar y el fluido espaciador libre de NADF, se descarguen al mar (**Capítulo 3**). El proceso de desplazamiento del pozo es una práctica internacional estándar.

A bordo del buque de perforación existirán dos tipos de acondicionamiento, uno para los fluidos de perforación y otro para los recortes de perforación, mismos que se desarrollarán bajo dos escenarios principales: escenario de cero descarga y escenario de acondicionamiento de recortes.

Escenario de cero descarga: Como puede observarse en la **Figura 2-8**, durante la perforación con *riser*, los recortes de perforación regresarán al buque de perforación a través del sistema de *riser* marino, y pasarán a través de las temblorinas (2) para retirar los fluidos de perforación de los recortes. Las temblorinas separarán los sólidos pasando el material a través de una malla metálica vibratoria. El NADF y los sólidos más pequeños pasarán a través de la malla de alambre, mientras que los sólidos más grandes, se retienen en la misma. Los fluidos de perforación recuperados de las temblorinas retornarán al sistema de circulación de fluidos de perforación (3) en el que podrán ser acondicionados mediante un limpiador de lodos y una centrífuga, reincorporándolos al tanque de fluido para su reutilización o enviarlos a un tanque de almacenamiento (4). Los residuos de los recortes de perforación producto del acondicionamiento de fluidos de perforación (limpiador de lodos y centrífuga) y los sólidos separados en las temblorinas no serán descargados y, por lo tanto, serán recuperados y almacenados mediante el sistema de transporte neumático de recortes denominado “Cero Descarga”. Dicho sistema transportará los recortes de perforación de forma neumática hacia los tanques de almacenamiento temporal denominados tanques HCB (5) dentro del buque de perforación, utilizando el equipo SV400 y la tubería hermética. Una vez en los tanques HCB, los recortes de perforación se enviarán a los OSV por medio de una manguera (6) que conecta al buque de perforación con las cajas de transporte de recortes denominadas cajas CTT ubicadas en los OSV (7). En el buque de perforación también contará con cajas CTT, las cuales, una vez utilizadas, se movilizarán hacia los OSV utilizando la grúa.

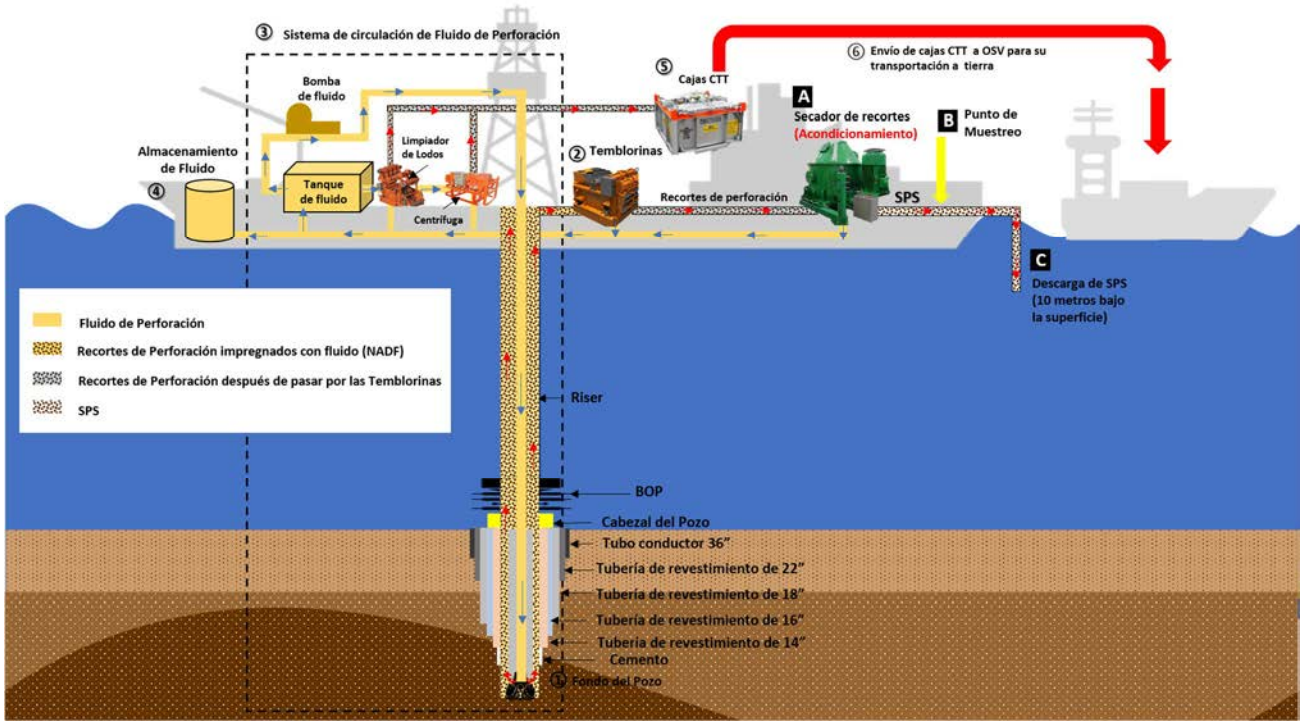
Escenario de acondicionamiento de recortes de perforación: Como se ilustra en la **Figura 2-9**, los recortes de perforación podrán pasar por un acondicionamiento mediante un secador de recortes (ver letra A), para reducir aún más el porcentaje de fluido de perforación asociado. El producto resultante de este acondicionamiento de los recortes de perforación impregnados con fluido de perforación sintético del Grupo III se denominará y se manejará como **Sólidos Producto de la Separación (SPS)**. Es importante hacer notar que, bajo este escenario, de modo independiente a los SPS, los residuos producto del acondicionamiento de fluidos (limpiador de lodos y centrifuga) será almacenado en cajas CTT (Número 5 en la **Figura 2-9**) las cuales serán enviadas a los OSV para su transportación a tierra (Número 6 en la **Figura 2-9**) y su posterior traslado a disposición final (**Sección 2.2.8.1.1**).

Figura 2-8. Diagrama del proceso de recirculación típico de los recortes de perforación y su trasporte



Fuente: AECOM, 2021

Figura 2-9. Diagrama del proceso acondicionamiento de los SPS y su descarga



Fuente: AECOM, 2021

De este modo, este tipo de sistema de acondicionamiento de recortes típicamente reducirá la retención de masa de fluido base en los SPS con el objetivo de que no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones del pozo perforadas con NADF, aplicando así las buenas prácticas internacionales de la industria (Good International Industry Practices, GIIP), como se establece por la EPA y con las especificaciones establecidas en el documento 40 Code of Federal Regulations (CFR) parte 435, Sub parte A, Apéndice 7 o el vigente, para descargas de los SPS, en las que se describe que los SPS únicamente se descargarán cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones del pozo perforadas con NADF.

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006 (NOM-149, de aquí en adelante) establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas; en cuya Sección 4.16 define los **Recortes de Perforación** como: fragmentos de roca que se obtienen en el proceso de perforación de un pozo y que están constituidos usualmente de arcillas, lutitas, areniscas, carbonatos, haluros y que se encuentran impregnados con lodos de perforación. Así mismo, la Sección 5.2.3 de la misma NOM-149, señala que **los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar**.

Es importante mencionar que la industria petrolera utiliza términos que suenan muy similares, como son "*fluido base aceite*" y "*aceite base*", por lo que, como se señaló en la ***Sección 2.2.5.2.3.2*** de esta MIA-R, el término **"fluido base aceite"** se refiere a los fluidos del Grupo I del IOGP. El "**fluido base aceite**" es un material que es derivado del petróleo crudo, por ejemplo, el diésel, que Shell no utilizará.

Por su parte, el término **"aceite base"** se usa para describir el fluido original (por ejemplo, NEOFLO™ 1-58, Encore®, BaraXcel- 4™ o BaraXcel™ 5) que compone la fase continua del fluido de perforación (o lodo). Los **fluidos base sintética** son a veces llamados "aceites base", y estos están principalmente compuestos por un solo tipo (olefinas, ésteres, etc.) que no son derivados del petróleo crudo o productos de destilación de operaciones de refinería y, por lo tanto, no contienen los mismos componentes que el petróleo crudo. Los fluidos fabricados que emplean un proceso químico son definidos como "sintéticos", mientras que los fluidos fabricados en una refinería de petróleo son generalmente definidos como "base aceite". Para este Proyecto Shell utilizará fluidos base que pertenecen al Grupo III (bajo contenido de aromáticos, <0.001% en peso), de acuerdo con la clasificación del IOGP (**Figura 2-7**).

Shell descargará SPS (ver letra C en la **Figura 2-9**), siempre y cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones del pozo perforadas con NADF, y previo a la obtención del permiso de vertimiento de la SEMAR (**Capítulo 3**).

En este sentido, Shell no contraviene la aplicación de la NOM-149 ya que esta prohíbe el vertimiento de recortes de perforación impregnados con lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos, y Shell pretende realizar el vertimiento de SPS (impregnados con fluido del Grupo III) posterior a su acondicionamiento, siempre y cuando cumpla con los límites de descarga mencionados y cuente con la autorización para el vertimiento de SPS por parte de la SEMAR.

Actualmente, en la porción estadounidense del Golfo de México, la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) permite la descarga de recortes de perforación impregnados con porcentajes pequeños de NABF Grupo III que cumplan con ciertos límites de toxicidad, biodegradabilidad y bioacumulación del fluido base. Es decir, la EPA permite la descarga de recortes impregnados con NABF si la retención de masa de fluido base en los SPS no excede el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones del pozo perforadas con NADF, y así cumplir con los límites establecidos en los permisos de descarga correspondientes. Tampoco debe haber contenido de aceite libre, medido con una prueba estática de brillo, ni trazos de petróleo de formación, el cual se identifica con la prueba *Reverse Phase Extraction* (RPE por sus siglas en inglés); la descarga de SPS debe ser interrumpida si se observa aceite libre o petróleo de formación.

Los NABF del Grupo III utilizados en este Proyecto son biodegradables y no son bioacumulables. Las buenas prácticas internacionales de la industria (GIIP), como se ha demostrado en varios países, permiten descargas al océano de los SPS impregnados con NABF del Grupo III debido a sus bajas concentraciones de hidrocarburos aromáticos.

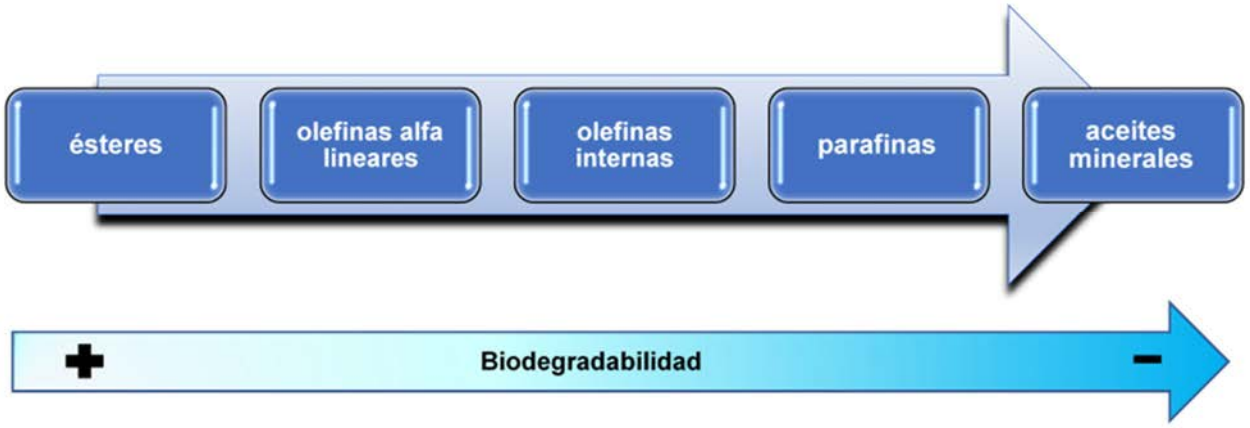
La descripción completa de las limitaciones y prohibiciones con respecto a los SPS que contengan concentraciones bajas de fluido base se describen en el Permiso General emitido por Sistema Nacional para la Eliminación de Descargas de Contaminantes (EPA 2017). Shell se asegurará de que el proveedor del producto sintético que se utilizará como fluido base en el Proyecto (BaraXcel™ 4, BaraXcel™ 5 o equivalente) realice pruebas de biodegradabilidad, contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y toxicidad en su inventario para así asegurar el cumplimiento de los siguientes requerimientos para el Golfo de México:

- Menos de 0.001% en peso, equivalente a 0.00001 g/g de HAP
- Como prueba de toxicidad, el cociente de la Concentración letal media (CL_{50}) de 10 días del fluido de referencia olefina interna C_{16}-C_{18}, dividido entre la CL_{50} de 10 días del fluido no acuoso no deberá exceder de 1.0. Después de iniciada la perforación se debe monitorear este mismo parámetro en una CL_{50} de 4 días, realizada una vez al mes mientras tanto se termina de perforar. Estas pruebas deben ser realizadas con *Leptocheirus plumulosus* por el método ASTM El367-99 o equivalente, con la preparación del sedimento establecida en el documento 40 CFR parte 435, subparte A, Apéndice 3 o equivalente.
- Relación de tasa de biodegradabilidad con referencia a la olefina interna C16-18 menor a 1.0.

Como se mencionó antes, en este Proyecto se aplicarán las GIIP como se establece por la EPA para descargas de SPS, donde éstos únicamente se descargan cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF, siempre y cuando se cuente con la autorización para el vertimiento de SPS por parte de la SEMAR mencionada en el **Capítulo 3**. En dicho escenario de descarga, los NADF serán formulados con olefinas internas o equivalentes, fluidos base del Grupo III. De las tres categorías principales de fluido base, clasificadas de acuerdo con el contenido aromático en los fluidos base, el Grupo III tiene un impacto reducido en la salud de los trabajadores y en el ambiente acuático. Los fluidos del Grupo III son biodegradables, no se bioacumulan y no están disponibles para captación. Muchos países (por ejemplo, Estados Unidos, Canadá y Colombia) permiten la descarga en el océano de SPS tratados cuando se perfora con fluidos del Grupo III, debido a las bajas concentraciones de hidrocarburos aromáticos (IOGP 2016).

Las investigaciones de laboratorio realizadas durante la última década han estado enfocadas a mejorar el entendimiento de la biodegradación de diferentes fluidos base de perforación. Los fluidos base del Grupo I y II de IOGP son menos biodegradables que los fluidos base sintética del Grupo III (NABF). Con base en los estudios de laboratorio, las tasas relativas de biodegradabilidad anaeróbica de los NABF son mayores en los ésteres y la menor biodegradabilidad se presenta en los aceites minerales (Boethling *et al*. 2007), tal como se puede observar en la **Figura 2-10**. Los ésteres, olefinas alfa lineares y olefinas internas se degradan de dos a tres veces más rápido que los aceites minerales.

Figura 2-10. Comportamiento de la biodegradación en los fluidos base sintética



Fuente: Boethling et al. 2007, adaptado por AECOM

Las olefinas internas son los fluidos base sintéticos más convenientes debido a que, además de poseer alta eficiencia técnica durante la perforación, este compuesto presenta una tasa alta de biodegradación para el caso de acumulaciones de SPS. El BaraXcel™ 4 y el BaraXcel™ 5 cumplen con las regulaciones ambientales internacionales de baja toxicidad y alta biodegradabilidad al estar conformados por olefinas internas (BaraXcel™ 4) y una mezcla de olefinas internas con ésteres (BaraXcel™ 5).

La medición de la degradación de compuestos involucra generalmente la medición de la evolución de gases (dióxido de carbono [CO_2], metano [CH_4]) y/o la desaparición del compuesto de interés. Los métodos de prueba más comúnmente utilizados para medir la biodegradación pueden ser aeróbicos (por ejemplo, OECD 306) o anaeróbicos (por ejemplo, prueba marina de botella cerrada ISO 11734:1995 modificado [Método EPA 1647]).

En Estados Unidos, los límites de cumplimiento para las descargas se basan en la prueba anaeróbica de botella cerrada (Método EPA 1647) ya que refleja mejor el escenario de acumulaciones de SPS donde el fluido base puede no estar expuesto a oxígeno suficiente para la biodegradación aeróbica. La sustancia de prueba ya sea en forma de fluido o lodo, se mezcla con el sedimento marino disperso en agua de mar, con las condiciones de laboratorio establecidas y la degradación necesaria para proceder por varios meses (275 días) o hasta que se detiene la producción de gas.

Se debe enfatizar que las pruebas de biodegradación aeróbica (OECD 306) y anaeróbica (método EPA 1647) tienen una aplicación limitada, ya que se realizan en condiciones controladas de laboratorio. Sin embargo, son útiles para determinar la biodegradabilidad relativa de los fluidos base en comparación de unos con otros, y para la regulación de descarga de SPS.

Schaanning y Bakke (2006) colocaron sedimentos del Mar del Norte en cámaras bentónicas controladas y examinaron la biodegradación de olefinas con diferentes longitudes en sus cadenas. Calcularon una vida media de 293 días para olefinas C16-32 y 77 días para olefinas C14-16. Los compuestos más pequeños y simples en general se degradaron con mayor rapidez que los compuestos más largos y complejos. Para este Proyecto, se plantea utilizar compuestos pequeños (olefinas C16-18).

Varios investigadores también han examinado el efecto que la estructura química tiene en las tasas de biodegradación. Herman y Roberts (2005) determinaron los efectos del tamaño y acomodo molecular en la biodegradabilidad de 15 compuestos éster y determinaron que la tasa de biodegradación más alta ocurrió para los ésteres C12 a C18 y que aquellos no saturados tenían una mayor resistencia a la biodegradación entre los que contaban con ramificaciones. Dorn *et al.* (2011) confirmarán este supuesto al evaluar varios compuestos de olefinas y observó una degradación mayor en α-olefina C14 que en α-olefina C16.

2.2.5.2.3.3.1 Estudios de laboratorio de toxicidad y bioacumulación en bioindicadores

Los estudios de laboratorio también han sido útiles para evaluar la toxicidad en ambientes marinos de varios compuestos químicos encontrados en los fluidos de perforación. Estos estudios, basados en los coeficientes de partición octanol-agua medidos/estimados (K_{ow}), son útiles para determinar la bioacumulación y toxicidad relativa de diferentes fluidos de perforación (Boethling *et al*. 2007; Dorn *et al*. 2011).

Los NABF del Grupo III de la IOGP propuestos para el Proyecto, a base de olefinas o una mezcla de olefinas con ésteres, son compuestos orgánico-hidrofóbicos que tienen tan baja solubilidad que probablemente no están disponibles para captación y, por lo tanto, no se bioacumulan. Estas predicciones se confirman por el hecho de que los NABF no han sido detectados en los tejidos de organismos marinos encontrados cerca de las descargas de SPS, en dichos estudios. Los bioensayos de toxicidad han demostrado que, en general, la toxicidad relativa de los NABF se incrementa casi en el mismo orden en que la biodegradabilidad disminuye.

En este sentido, los NADF de menor a mayor toxicidad se muestran en la **Figura 2-11** (Boethling *et al*. 2007). Lo que indica que una alta biodegradabilidad y una baja toxicidad no son necesariamente mutuamente exclusivos. Como se mencionó anteriormente, los fluidos BaraXcel™ 4 y BaraXcel™ 5 están compuestos por olefinas internas o una mezcla de olefinas con ésteres, respectivamente; dentro de los NADF son considerados los menos tóxicos disponibles.

Figura 2-11. Comportamiento de la toxicidad en los fluidos base sintética



Fuente: Boethling et al. 2007, adaptado por AECOM

2.2.5.2.3.3.2 Resultados del estudio de toxicidad en la porción estadounidense del Golfo de México

La toxicidad de los sedimentos, determinada en laboratorio mediante una prueba estándar de ensayo biológico en sedimentos utilizando al anfípodo *Leptocheirus plumulosus*, se limitó a ubicaciones cercanas a las descargas de perforación; la mayoría de los sedimentos en el campo cercano (0 m a 100 m del sitio de descarga) y en el campo medio (100 m a 250 m del sitio de descarga) no fueron tóxicos. La supervivencia de los anfípodos superó el 75% en todas las muestras del campo lejano (3,000 m a 6,000 m del sitio de descarga) en la plataforma y pendiente continental, por lo que estas muestras de sedimentos no se consideraron tóxicas. De las muestras recolectadas a 250 m de la plataforma y pendiente continental, el 73% y el 56%, respectivamente, tuvieron una supervivencia de anfípodos superior al 75% y se consideraron no tóxicas. En los sitios donde las muestras múltiples tuvieron una supervivencia inferior al 50%, se relacionó la toxicidad de los sedimentos y la concentración de NABF. Los cambios en la composición química del sedimento o en sus propiedades físicas debido a la deposición de SPS fueron probablemente responsables de la mayor parte de la toxicidad.

Hubo diferencias sustanciales en las comunidades bentónicas en los tres sitios evaluados (campo cercano, medio y lejano). Sin embargo, las comunidades de organismos observadas en diferentes zonas dentro de un sitio determinado fueron generalmente similares. Para los tres sitios donde se midió la composición química de sedimentos, la estructura de la comunidad bentónica y la toxicidad de los sedimentos, se realizó un análisis de la

calidad de los sedimentos para desarrollar una evaluación integral de las condiciones de los sedimentos en el sitio de perforación. Este análisis mostró evidencia clara de recuperación durante el período de un año.

En conclusión, el estudio a largo plazo realizado en la porción estadounidense del Golfo de México por CSA (2004), encontró que las acumulaciones de SPS fueron irregulares y se limitan a la proximidad del sitio de descarga (< 250 m). Adicionalmente, la calidad de los sedimentos y las comunidades biológicas no se vieron afectadas de forma permanente, con impactos limitados a la proximidad del área de descarga (< 250 m). El progreso de la recuperación física, química y biológica ocurrió durante el período de un año entre los dos eventos de muestreo (CSA 2004).

Para este Proyecto, se realizó una modelación de la descarga de recortes de perforación WBDF y SPS, cuya evaluación del impacto se discute en el **Capítulo 5**.

2.2.5.2.4 Estimación de recortes con WBDF, sólidos producto de la separación y fluidos de perforación

Durante la fase *riserless* (secciones 1 y 2), los recortes con WBDF que se generen serán liberados en el lecho marino, mientras que durante la fase *riser* (secciones 3, 4, 5 y 6) los SPS se descargarán al mar, previa la obtención del permiso de vertimientos por parte de la SEMAR (ver la sección Manejo de Recortes de Perforación más adelante). Los SPS se descargarán cerca de 10 m debajo de la superficie del mar. En el caso de los fluidos de perforación, durante la fase *riser* se regresarán al sistema de circulación con lo que se recupera la mayor cantidad de fluido posible para su reutilización.

Cabe mencionar que, si bien Shell solicita la autorización en materia de impacto ambiental para un pozo, seleccionará la mejor alternativa desde un punto de vista geológico para la perforación del Pozo comprometido en el contrato con la CNH. Por lo que, considerando el Pozo Aluk, se estima generar un volumen de recortes de perforación con WBDF de 152 m^3 que se depositarán en el mar durante la fase *riserless,* y un volumen de descarga de SPS de 682 m^3.

Los SPS únicamente se descargarán cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF.

En la **Tabla 2-9** se resumen las dimensiones y longitudes de las secciones de perforación del Pozo Aluk y se relacionan los volúmenes estimados que se generarán de recortes con WBDF, de SPS y de fluidos de perforación (lodos), asociados a la perforación *riserless* y *riser*.

Tabla 2-9. Secciones de perforación, volúmenes estimados de recortes con WBDF, SPS y recortes de perforación a generar, asociados con la perforación con *riser* y *riserless* en el Pozo Aluk

Fase	No. sección	Diámetro nominal	Largo de sección	Recortes con WBDF	SPS	Fluido de perforación WBDF (Lodo) [1]	Fluido de perforación a utilizar	Punto de descarga
		(pulgadas)	(m)	(m^3)	(m^3)	(m^3)		
Riserless	1	36	61	67		391	Agua de mar	Lecho marino
	2	26	264	152		1,692	WBDF	
Riser	3	21	570		214		NADF	Superficie del mar (10 m por debajo del nivel del agua)
	4	19	620		191		NADF	
	5	16 ½	418		97		NADF	
	6	13 ½	1,163		180		NADF	
Total Fase *Riserless*			325	219		2,083		
Total Fase *Riser*			2,771		**682**			
Total General			3,096	901				

Notas:
SPS: Sólidos Producto de la Separación, que es el producto resultante del acondicionamiento de los recortes de perforación impregnados con fluido de perforación sintético (NABF) del Grupo III. Los SPS se descargarán al mar, previa obtención del permiso de vertimiento por parte de la SEMAR.
WBDF: Fluido de perforación base agua (Water Based Drilling Fluid)
NADF: Fluidos de perforación sintéticos (Non-Aqueous Drilling Fluids)
NABF: Fluidos base sintética (Non-Aqueous Based Fluids)

No ocurrirá ninguna descarga al mar de fluidos de perforación NADF

[1] El fluido de perforación NADF que se genere se reinyectará en el sistema de recirculación, el cual se reutilizará en la perforación, tal como se explicó en la **Sección 2.2.5.2.3.3**, y no será descargado al mar.

Fuente: Shell 2021

2.2.5.2.5 Perfil sísmico vertical

Una vez que el pozo haya alcanzado su profundidad final, se puede realizar la obtención del registro del PSV a partir de correlacionar los datos sísmicos (que se registran en mediciones de tiempo) con la profundidad del pozo (registrada en metros). En algunas circunstancias, el PSV también se puede realizar en una etapa intermedia de las actividades de perforación, es decir, antes de que el pozo haya alcanzado su profundidad final. Las operaciones del PSV implican el despliegue de una fuente de sonido acústico desde la plataforma de perforación o el OSV, mientras que una serie de receptores se colocan a diferentes niveles dentro del agujero perforado para medir el tiempo de viaje de las ondas sonoras. Las operaciones del PSV suelen ser de corta duración, requiriendo desde unas pocas horas hasta un día (dependiendo de la profundidad del pozo) para completarse en cada pozo.

2.2.5.3 Mantenimiento

El mantenimiento del buque de perforación y del equipo a bordo provisto por terceros es un proceso continuo que ocurre a lo largo de todas las etapas del Proyecto. Se presentan dos estrategias de mantenimiento principales:

- **Mantenimiento Basado en Condiciones:** Estrategia que supervisa la condición real del activo para decidir qué mantenimiento debe realizarse. En este caso el mantenimiento solo se realiza cuando ciertos indicadores muestren signos de disminución del rendimiento o de fallas inminentes.
- **Mantenimiento Preventivo:** Mantenimiento que se realiza regularmente a un equipo para disminuir la probabilidad de que falle. El mantenimiento preventivo se realiza mientras el equipo todavía está funcionando, para que no tenga un fallo inesperado.

Todas las tareas de mantenimiento se rastrean en un sistema de gestión de mantenimiento. Los equipos que cumplen una o más funciones de seguridad se monitorean a través de un sistema de mantenimiento preventivo

llamado "Mantenimiento Crítico de Seguridad". Se presenta una clasificación diferenciada de estos equipos debido a que un fallo podría presentar riesgos a la seguridad de las personas y/o el ambiente.

2.2.5.4 Descripción de las actividades de apoyo asociadas al Proyecto

El apoyo logístico para las Actividades de Exploración consistirá en lo siguiente:

- Bases de suministro para apoyo logístico a las operaciones de perforación;
- Manejo y disposición de residuos por un tercero (incluido el manejo y tratamiento en tierra de recortes de perforación);
- OSV/FSV para transportar suministros, regresar residuos a la costa para su disposición final adecuada y proveer apoyo en sitio durante las actividades de perforación (**Imagen 2-2** como ejemplo de los OSV e **Imagen 2-3** como ejemplo del FSV); y
- Servicios de helicóptero para el transporte de tripulación y entrega de suministros ligeros y equipos.

Shell no construirá ni desarrollará ninguna instalación en tierra, utilizará instalaciones existentes y/o terminales aeroportuarias para apoyar las actividades costa afuera durante el Proyecto. Las actividades utilizarán instalaciones portuarias existentes (incluidos los muelles y almacenes), así como redes de transporte y suministro existentes. No se espera la expansión de infraestructura existente en tierra. El manejo de dichas instalaciones en tierra se encuentra fuera del alcance de esta MIA-R. Únicamente el tránsito entre estas y el Área Contractual se consideran para este Proyecto. Las actividades en tierra se limitarán a las que normalmente se realizan en cualquier base de suministro.

Las bases de suministro se utilizarán entre otros aspectos para:

- La transferencia y/o almacenamiento de suministros, materiales, equipos, residuos y personal.
- El abastecimiento de consumibles que incluyen combustible y agua.
- Proporcionar servicios de manejo y elevación para cargar y descargar de materiales y equipos para transportarlos desde y hacia las instalaciones de almacenamiento.
- El almacenamiento temporal de residuos de la unidad de perforación antes del transporte al sitio de disposición final (por ejemplo, reciclaje o tratamiento, según corresponda).

Las bases de suministro tendrán la capacidad suficiente para cumplir con las demandas del programa de perforación, por lo que no es necesario realizar nuevas construcciones en tierra. El suministro de bienes y equipos de proveedores de servicios se transportará a las bases de suministro como parte de las operaciones logísticas ordinarias en tierra, ya sea en camioneta, camión o remolque.

2.2.5.4.1 Transporte

Además de las actividades realizadas en el Área Contractual, las operaciones de perforación requerirán del tránsito de los OSV (**Imagen 2-2**) y un FSV (**Imagen 2-3**) de los puertos y de un helicóptero de los helipuertos ya mencionados hacia el buque de perforación.

Se prevé que el buque de perforación, los OSV, el FSV, el servicio de helicóptero y las empresas de servicios de perforación de terceros se seleccionarán de 6 a 12 meses previo al inicio de actividades de perforación.

Imagen 2-2. Ejemplo de buque de suministro: Seacor Maya



Fuente: PortalMorski 2018

Imagen 2-3. Ejemplo de buque de apoyo rápido: Alice G McCall



Fuente: Blenkey 2020

Como se mencionó anteriormente, se estima que se necesitarán tres OSV de apoyo, dos en operación continua durante la duración de las actividades de perforación y un tercero que será contratado en caso de requerirse. Adicionalmente, se planea contratar un FSV para apoyar las actividades de perforación, el cual se encontrará en operación continua durante la duración de las actividades de perforación. Estos buques se utilizarán para el transporte de suministros desde las bases de suministros hacia el buque de perforación, y para proveer apoyo de seguridad durante actividades de perforación, así como posibles capacidades de respuesta en el caso de un derrame de hidrocarburos. Si los permisos de descarga para los SPS no son emitidos por la SEMAR, entonces se requerirá un OSV adicional (dando un total de cuatro posibles OSV) para el transporte de los SPS del buque de perforación a las bases de suministro.

A lo largo de las actividades de perforación, se prevé que colectivamente los OSV realicen tres viajes de ida y vuelta por semana de las bases de suministro al buque de perforación, pero, en ciertas ocasiones, podrían llegar a ser hasta cuatro viajes de ida y vuelta por semana. Dependiendo del buque y de la ubicación precisa del pozo dentro del Área Contractual, se estima que el tránsito en un sentido entre el buque de perforación y los puertos sea de 11.1 a 13.9 horas para Dos Bocas, de 14.2 a 18 horas a Alvarado, de 21.3 a 23.8 a Tampico y finalmente, de 18 a 20.6 horas a Tuxpan (**Tabla 2-10**). En comparación, los tiempos de tránsito en un sentido para el FSV se estiman de 4.3 a 5.4 horas para Dos Bocas, de 5.5. a 7 horas a Alvarado, de 8.2 a 9.2 a Tampico y de 7 a 8 horas a Tuxpan.

Tabla 2-10. Tiempo estimado de tránsito en un sentido entre los puertos y el sitio del pozo para los OSV/FSV

Tránsitos	Distancia (km)	Duración OSV * (horas)	Duración FSV § (horas)
Puerto de Dos Bocas al punto más cercano del Área Contractual	246	11.1	4.3
Puerto de Dos Bocas al punto más lejano del Área Contractual	309	13.9	5.4
Puerto de Alvarado al punto más cercano del Área Contractual	316	14.2	5.5
Puerto de Alvarado al punto más lejano del Área Contractual	399	18.0	7.0
Puerto de Tampico al punto más cercano del Área Contractual	473	21.3	8.2
Puerto de Tampico al punto más lejano del Área Contractual	529	23.8	9.2
Puerto de Tuxpan al punto más cercano del Área Contractual	400	18.0	7.0
Puerto de Tuxpan al punto más lejano del Área Contractual	458	20.6	8.0

Asumiendo velocidades de: 12 nudos (22.22 km/h) para los OSV y 31 nudos (57.41 km/h) para los FSV§*
**OSV: Especificaciones de desempeño del SEACOR Azteca a "Velocidad de Servicio"*
§ FSV: Especificaciones de desempeño del SEACOR Aaron S. McCall a "Velocidad de Crucero"

Fuente: AECOM 2020

El apoyo del helicóptero se utilizará para el traslado de la tripulación. Durante la perforación exploratoria, normalmente se requieren de cuatro a seis viajes de ida y vuelta por semana desde el helipuerto al buque de perforación y de regreso. La tripulación del buque de perforación será transportada en helicóptero desde el helipuerto al buque de perforación y viceversa. En caso de una emergencia, el apoyo del helicóptero también se utilizará para la evacuación médica del buque de perforación. El buque de perforación tendrá una plataforma de aterrizaje para helicópteros con capacidades de reabastecimiento para respaldar esta actividad (ver la **Imagen 2-4** como ejemplo).

Imagen 2-4. Helipuerto costa afuera



Fuente: Offshore Energy Today 2013

Se estima que el tránsito en helicóptero desde y hacia el Área Contractual será de 1.2 a 1.5 horas para el Aeropuerto Internacional de Veracruz, de 1 a 1.2 horas para el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen y de 1.8 a 2 horas para el Aeropuerto Internacional de Tampico, dependiendo de la ubicación del pozo dentro del Área Contractual (**Tabla 2-11**).

Tabla 2-11. Duración estimada del tránsito en un sentido entre los helipuertos y el sitio del pozo en helicóptero*

Tránsitos	Distancia (km)	Duración* (horas)
Helipuerto de Veracruz al punto más cercano del Área Contractual	328	1.2
Helipuerto de Veracruz al punto más lejano del Área Contractual	408	1.5
Helipuerto de Ciudad del Carmen al punto más cercano del Área Contractual	277	1.0
Helipuerto de Ciudad del Carmen al punto más lejano del Área Contractual	320	1.2
Helipuerto de Tampico al punto más cercano del Área Contractual	476	1.8
Helipuerto de Tampico al punto más lejano del Área Contractual	532	2.0

** Asumiendo una velocidad de crucero de ~265 km/h (Sikorsky S-92 GWE). No se considera la reducción de velocidad en el despegue y aterrizaje.*

Fuente: AECOM 2021

2.2.6 Taponamiento y desmovilización de las instalaciones

2.2.6.1 Instalaciones

No se planea la construcción de nuevas instalaciones en tierra para el Proyecto. Como se indicó anteriormente, se utilizarán las instalaciones existentes en tierra para el almacenamiento, abastecimiento y apoyo logístico y como nodos de transporte. La perforación se llevará a cabo por una compañía especializada utilizando un buque de

perforación diseñado para operaciones en aguas ultra profundas. Al ser una embarcación de alta mar, el buque de perforación será desmovilizado después de la finalización del Proyecto en lugar de ser desmantelada.

2.2.6.2 Actividades de desmovilización

Después de la perforación, si un pozo se considera productivo, puede suspenderse instalando cemento o tapones mecánicos para aislar los intervalos de hidrocarburos y colocar una tapa de suspensión para permitir el reingreso al pozo en una fecha posterior (para la finalización y producción).

Si no se encuentra una reserva comercialmente explotable, o no hay interés en reingresar al pozo, éste se taponará permanentemente acorde a las leyes y reglamentos federales mexicanos aplicables, y las GIIP. Shell presentará a la ASEA el "Aviso de Conclusión: Modalidad de Construcción de Pozo" (ver **Capítulo 3** y **Capítulo 7**). Asimismo, enviará a la CNH el "Informe de abandono de pozo".

Las actividades típicas de taponamiento incluyen el aislamiento del pozo utilizando cemento o tapones mecánicos para evitar el flujo de hidrocarburos a la superficie. Además, se taponarán y aislarán las zonas en el pozo que se sabe que contienen hidrocarburos móviles. Se realizará una inspección del sitio después de completar las operaciones de perforación para proporcionar un estado de la condición del lecho marino alrededor del pozo. El cabezal permanecerá en el sitio (a estas profundidades, no interferirá con las actividades marinas o de pesca). El buque de perforación abandonará la ubicación y cesará todo el transporte de embarcaciones relacionado con la perforación (Shell llevará a cabo la movilización del equipo de perforación con base en lo estipulado en su plan de traslado). Los residuos generados durante las últimas semanas de la operación se dispondrán siguiendo la regulación mexicana aplicable.

2.2.7 Uso de explosivos

Se podrían llegar a utilizar explosivos en pequeñas cantidades durante la perforación exploratoria. Para un pozo de exploración, las operaciones de disparos solo se requieren cuando se ha decidido hacer una prueba de producción. Un disparo es un proceso de detonación de cualquier explosivo dentro del pozo, que se utiliza para establecer una trayectoria del flujo entre el yacimiento cercano y el pozo. Normalmente implica iniciar el disparo desde el pozo por medio de la tubería y cualquier revestimiento de cemento hacia la zona de producción. El tipo de explosivo requerido para el proceso de disparo se determinará en función de las características del pozo, particularmente de la temperatura del fondo del pozo. La cantidad típica de explosivos almacenada en el buque de perforación por pozo de exploración es de pocos kilogramos (asumiendo una longitud perforada de 10 m).

2.2.8 Residuos

2.2.8.1 Residuos transportados a tierra para su disposición

Todos los residuos del Proyecto se manejarán y dispondrán de conformidad con los Planes de Manejo de Residuos del Proyecto (ver **Capítulo 7**). Los residuos generados en el buque de perforación se tratarán o almacenarán temporalmente en cumplimiento con el 'Plan de Gestión de Basuras', según lo requerido por el Anexo V de MARPOL 73/78. Como mínimo, los residuos serán separados como residuos peligrosos (RP) y residuos de manejo especial (RME). Se establecerán estaciones de segregación en cubierta, equipadas con recipientes adecuados y suficientes, clasificados por color y etiquetados. Los residuos se transportarán a instalaciones en tierra por medio de los OSV, y luego en camiones a la instalación de tratamiento de residuos autorizada para su disposición final. Es posible que algunos residuos también se transporten por medio del FSV.

La generación de todos los residuos se minimizará mediante la implementación de la jerarquía de residuos en cada una de las actividades de perforación. Los residuos se segregarán y compactarán (cuando existan instalaciones adecuadas). Se implementará un sistema de transferencia de residuos para verificar que los envíos de residuos llegaron a su sitio de disposición final y se llevarán a cabo auditorías para garantizar que los terceros que manejan los desechos estén operando de acuerdo con sus obligaciones legales y contractuales.

Además del aceite residual, el agua aceitosa que exceda los límites de descarga descritos en el **Capítulo 3** se recolectará en tanques específicos del buque de perforación y se transferirá al OSV para transportarla a una instalación en tierra autorizada y con permisos adecuados por la ASEA y, en su caso, por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su disposición final. La transferencia se gestionará acorde a la capacidad del tanque y el cronograma del OSV. Es posible que los residuos peligrosos líquidos a granel se transporten más lejos debido a la cantidad potencialmente limitada de sitios autorizados de tratamiento y disposición disponibles.

Como se describe más adelante, en la **Sección 2.2.8.2.12,** los recortes generados durante la perforación con *riser* se verterán al mar siempre y cuando se cuente con el permiso de vertimiento por parte de la SEMAR y se realicen procedimientos de control y monitoreo descritos en dicha sección, por lo que bajo estos criterios, no deberán ser considerados como residuos, sino como SPS.

Sin embargo, en caso de ser necesario (perforación de intervalos de cero descarga, mal funcionamiento del sistema de acondicionamiento, etc.) o de no obtenerse el permiso de vertimiento de la SEMAR, los recortes de perforación se manejarán como residuos de manejo especial o peligrosos, dependiendo de su clasificación CRETIB, y se transportarán a tierra para su disposición final en una instalación autorizada por la instancia correspondiente.

La **Tabla 2-12** proporciona las categorías típicas de referencia de residuos sólidos y líquidos (cabe señalar que los residuos se clasificarán con base a la normatividad aplicable dentro de la solicitud de Registro como Generador de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial) y las tasas de producción de efluentes de residuos típicos asociados con la perforación exploratoria costa afuera.

En resumen, excluyendo los recortes que sean considerados como residuos de manejo especial o peligrosos, un proyecto típico de perforación en aguas profundas puede generar aproximadamente de 100 a 150 toneladas de residuos por mes, dependiendo del nivel de actividad y otras variables. Los efluentes de residuos más significativos son el agua aceitosa residual (agua acumulada) y el contenido del tanque de lodos aceitosos.

Por otro lado, el agua acumulada es agua residual recolectada de diferentes desagües a bordo del equipo de perforación. Es una mezcla variable que puede estar compuesta de agua que contenga NADF o WBDF de los drenajes en el piso de la plataforma de perforación, los detergentes y lubricantes en las tuberías de limpieza de la cubierta, los lodos y residuos químicos del área de la bomba de fluido de perforación y el área de mezcla de fluido de perforación, y/o agua mezclada con aceite hidráulico de alguna fuga. Estos líquidos se recolectan en el Sistema de Drenaje Peligroso y se almacenan en el tanque de drenaje peligroso. El agua del tanque se envía a un separador de aceite/agua y se analiza para garantizar que cumple con los requerimientos legales (ver **Sección 2.2.8.2**) antes de descargarla por la borda. El aceite separado, así como el agua que no cumpla con los requerimientos de descarga, se recolectara periódicamente y se enviara a la costa para su disposición final.

Tabla 2-12. Categorías de residuos típicos y tasa de producción mensual asociadas con la perforación exploratoria costa afuera

Clasificación	Nombre del residuo	Estado físico	Cantidad (toneladas/año)
Residuos Peligrosos	Sólidos contaminados con pinturas o solventes (envases, botes, cubetas, contenedores, trapos, guantes, cartón).	Sólido	3
	Objetos punzocortantes (agujas usadas o contaminadas).	Sólido	0.005
	Sólidos contaminados con hidrocarburos (tambores metálicos vacíos impregnados de aceites, aditivos o hidrocarburos diversos).	Sólido	3
	Sólidos contaminados con hidrocarburos (filtros, mangueras, envases, botes, cubetas, contenedores, trapos, guantes, cartón, aserrín, material absorbente).	Sólido	2

Clasificación	Nombre del residuo	Estado físico	Cantidad (toneladas/año)
	Sólidos contaminados con hidrocarburos (garrafas de plástico vacías impregnadas de aceites, aditivos o hidrocarburos diversos).	Sólido	1
	Aguas oleosas	Líquido	150
	Sacos vacíos impregnados de productos químicos.	Sólido	1
	Aceite lubricante gastado	Líquido	18
	Residuos sólidos (acumuladores y baterías)	Sólido	0.30
	Residuos sólidos (lámparas fluorescentes)	Sólido	0.02
	Lodos aceitosos	Líquidos	100
	Químicos caducos	Sólidos / líquidos	8
	Residuos pirotécnicos	Sólidos	0.05
	Medicamentos caducos	Sólidos	0.02
	Recortes de perforación*	**Sólido**	1,500
Residuos de Manejo Especial	Papel y cartón	Sólido	10
	Residuos Sólidos Urbanos (residuos domésticos)	Sólido	33
	Recortes de perforación**	Sólido	1,500
	Plástico y caucho	Sólido	7
	Grava y rocas trituradas	Sólido	30
	Residuos tecnológicos (reproductores de audio y video y accesorios de computadoras).	Sólido	0.01
	Lodos de mantenimiento de equipos e instalaciones de proceso.	Semisólido	350
	Metales ferrosos	Sólido	25
	Metales no ferrosos	Sólido	11

Notas:
** Aplica para los recortes de perforación generados durante la fase de perforación con riser impregnados con sustancias peligrosas, los cuales serán clasificados como residuos peligrosos de acuerdo a con la NOM-052-SEMARNAT-2005.*
*** Aplica a los recortes de perforación generados durante la fase de perforación con riser e impregnados con NADF que no fueron acondicionados y a los residuos producto del acondicionamiento de fluidos (limpiador de lodos y centrifuga) descritos en la **Sección 2.2.8.1.1**.*

Fuente: SHELL 2021

2.2.8.1.1 Traslado de los recortes de perforación a tierra

Contención y transporte costa afuera: Como se mencionó en la **Sección 2.2.5.2.3.3**, en caso de que los recortes de perforación impregnados con NADF y los residuos producto del acondicionamiento de fluidos (limpiador de lodos y centrifuga) no puedan descargarse al mar, estos serán recuperados y almacenados mediante el sistema de transporte neumático de recortes denominado “Cero Descarga”, el cual transportará los recortes de perforación hacia los tanques HCB y se enviarán a los OSV por medio de una manguera que conecta a el buque de perforación con las cajas de transporte de recortes denominadas cajas CTT ubicadas en los OSV. En el buque de perforación también se contará con cajas CTT las cuales una vez utilizadas se movilizarán hacia los OSV utilizando la grúa. Ejemplos de tanques HCB y las cajas CTT se muestran en la **Figura 2-12**.

Figura 2-12. Tanques de transporte de recortes de perforación (HCB, izquierda) y cajas de recortes (CTT, derecha)



Transporte y disposición en tierra: Una vez en el puerto, desde los OSV, las cajas CTT y/o cajas de recortes se izarán sobre camiones y se transportarán a las plantas de tratamiento autorizadas para disposición de los residuos previamente identificadas, cumpliendo los requerimientos legales para su tratamiento y disposición ya sea como RME o como RP, dependiendo de las características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad y toxicidad ambiental (SEMARNAT 2006) de los recortes de perforación. En la **Figura 2-13**, se esquematiza la descripción anterior.

Figura 2-13. Proceso de manejo de recortes de perforación



El número estimado y las dimensiones del equipo que se utilizará para el manejo de los recortes de perforación se muestran en la **Tabla 2-13**.

Tabla 2-13. Características de los equipos a instalar en la plataforma de perforación para el manejo de recortes de perforación

No.	Equipo	Cantidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Capacidad máxima
1	Unidades SupaVac BaraStream™SV400	4	1,850	1,200	1,818	20 Ton/h
2	Tanques BaraStream™ HCB™	12	2,591	2,438	6,058	28.8 Ton
3	Tanques BaraStream™ CTT™	30	6,058	2,438	2,591	25 Ton
4	Compresor de aire doble	2	6,058	2,438	2,591	2,240 cfm
5	18” Auger Assembly	2	12,000	450	650	50 Ton/h

Fuente: Halliburton 2020

2.2.8.2 Descargas al ambiente marino

2.2.8.2.1 Descargas de agua de mar y WBDF

Ver la **Sección 2.2.5.2.4**, que proporciona el volumen estimado de agua de mar y WBDF que se utilizarán en la sección de perforación *riserless* y que se depositarán en el lecho marino.

2.2.8.2.2 Descargas de cemento

Como parte de las instalaciones del buque de perforación, se integrará una unidad de cementación. Después de cementar cada tubería de revestimiento, se bombeará el cemento residual de regreso al buque de perforación, en donde se recolectará y almacenará temporalmente, hasta su disposición final en tierra, por lo que no será descargado al mar. Se estima que para el taponamiento del pozo, se utilizará un volumen aproximado de 9 m^3 a 11 m^3.

2.2.8.2.3 Agua de enfriamiento

El agua de enfriamiento se almacenará en contenedores en el buque de perforación y se descargarán aproximadamente de 170 m^3/h a 3,005 m^3/h. Se anticipa que la temperatura de descarga sea del orden de +/- 1.6 °C de la temperatura ambiente en el punto de descarga a comparación de las temperaturas superficiales que van de 25.8 °C durante la temporada seca y 27.9 °C durante la temporada de lluvias (AECOM, 2019). Se espera que las temperaturas altas del agua de enfriamiento se disipen y regresen a temperatura ambiente en una proximidad cercana (decenas de metros) al punto de descarga. Con base en modelos para proyectos del sector hidrocarburos similares en el Mar Timor, se espera que las temperaturas más altas del agua de enfriamiento se disipen y regresen a temperatura ambiente en un radio de 50 m del punto de descarga, dependiendo de la intensidad de las corrientes superficiales (RPS 2017). En todos los escenarios modelados, la temperatura de la pluma de dispersión del agua de enfriamiento disminuyo a menos de 3 °C de la temperatura ambiente dentro de los primeros 100 m del sitio de descarga [criterio definido por las Guías de Seguridad Industrial, Salud y Ambiente para el Desarrollo del Sector Hidrocarburos de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés), representando un estándar de la industria comúnmente adoptado; IFC, 2015]. Shell asume que el buque de perforación tendrá un sistema de protección electrolítico de crecimiento marino, por lo que no habrá necesidad de clorar el agua de enfriamiento.

2.2.8.2.4 Agua de lastre

Todos los buques del Proyecto (según aplique o se requiera para cada clase de buque) cumplirán con el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (OMI 2004). Durante el Proyecto, el buque de perforación permanecerá costa afuera. No hay ningún plan para que el buque de perforación entre a aguas costeras de México. Si el buque de perforación llegara de un lugar externo al territorio mexicano, es muy probable que el lastre sea intercambiado durante el tránsito en aguas internacionales o, si se lleva a cabo en México, sería por lo menos a 200 mn (millas náuticas) de la costa. Se cumplirá con las regulaciones que previenen la introducción accidental de especies invasoras (ver **Capítulo 3**).

Para mantener el ajuste operacional cuando se cargan otros materiales en el buque de perforación, se bombeará el agua de mar ambiente del Área Contractual entre los tanques de lastre según sea necesario. El buque de perforación tendrá tanques de lastre específicos que no se utilizan para almacenar otros líquidos, por lo que el agua que contienen no puede contaminarse con aceite o productos químicos. El Proyecto no contempla agregar biocida a los tanques de lastre, ya que los tanques están cubiertos con pintura antiincrustante. El puente registrará las transferencias de lastre en el “Reporte de Estabilidad Diaria” y en la “Bitácora de Registro de Cubierta” que proporciona detalles de la hora y la fecha, los tanques involucrados y las cantidades tomadas o descargadas. El agua de lastre del buque de perforación puede permanecer almacenada por meses o incluso años antes de ser descargada al mar, por lo que no ocurrirá una descarga diaria.

2.2.8.2.5 Drenaje de cubierta, agua de sentina y agua acumulada en los desagües

El agua de lluvia que cae en partes de la cubierta externa de la embarcación, que no están expuestas a residuos peligrosos, se considera como drenaje de cubierta. El agua de sentina es el agua que se recolecta de los compartimentos más bajos de la embarcación, incluyendo los espacios del cuarto del propulsor, la sala de máquinas auxiliares y las salas de máquinas. El agua acumulada es una mezcla de agua de lluvia, agua que contenga WBDF o NADF, lubricantes, aceites hidráulicos y otros residuos de las siguientes áreas:

- Piso de la plataforma de perforación;
- Cuarto de temblorinas, cuarto de acondicionamiento de recortes de perforación;
- Drenaje en piso del pozo central;
- Área de la bomba de fluido de perforación, bombas de transferencia de fluido de perforación y área de mezcla de fluido de perforación; y
- Trampas de arena y cuarto de fluido de perforación.

El volumen del drenaje de cubierta descargado dependerá del área de superficie de la cubierta del buque de perforación, y de la lluvia que se presente al momento de perforar el pozo. Con base en una unidad de perforación típica y al clima del Área Contractual, se espera un volumen promedio diario de 29 m^3 a 35 m^3. Este tipo de descarga pasará a través de un embornal para que pase una prueba de brillo. Las descargas del agua de sentina y el agua acumulada ocurren de una a dos veces por mes y se estiman en una descarga máxima de 5 m^3/h, dependiendo de la cantidad de lluvia. No obstante, las descargas serán esporádicas, por lo que la descarga de algunos días podría ser más alta que el promedio.

Toda el agua antes mencionada se recolectará y bombeará a un separador aceite/agua equipado con un analizador en línea. Se utilizará fluorescencia UV (o una tecnología equivalente que cumpla con MARPOL 73/78) para determinar la cantidad de aceite en el agua. Solo el agua no aceitosa (es decir, <15 ppm -partes por millón- de aceite y grasa, lectura máxima del monitor de descarga de aceite instantánea) se descargará por la borda de acuerdo con el Anexo I MARPOL 73/78. En cumplimiento con la Regla 17 del Anexo I de MARPOL 73/78, se mantendrá un registro de las descargas en una Bitácora. El agua contaminada detectada por medio del analizador de separador de agua/aceite, se desviará a un tanque de agua acumulada. El agua de dicho tanque y cualquier aceite, lodo o emulsión asociado se transportará a la base logística para su disposición final adecuada y autorizada. El Proyecto también obtendrá y cumplirá con los permisos de descarga de agua residual de la CONAGUA (**Capítulo 3**).

2.2.8.2.6 Lavado de cubierta

Se utilizarán detergentes para lavar espacios de la cubierta y los efluentes generados se descargarán directamente por la borda a través de drenajes de cubierta, ya que dichos lavados no pueden ser redirigidos al separador agua/aceite. En todos los casos se utilizarán detergentes biodegradables de baja toxicidad. En el drenaje de cubierta no habrá descargas de aceites, lodos o emulsiones que pudieran generar una capa de aceite o descoloración en la superficie del agua.

2.2.8.2.7 Espumas para incendios

Alineado con el Programa de Implementación del SASISOPA, se llevarán a cabo simulacros de emergencia a bordo de del buque de perforación. Esto puede incluir el uso de espumas para incendios para los fines del ejercicio, algunas que podrían ser descargadas al mar.

2.2.8.2.8 Agua residual sanitaria

El buque de perforación cuenta con una unidad de tratamiento de aguas residuales (EVAC MBR 240 MSD) para cumplir con los requisitos de MARPOL 73/78 con respecto a coliformes fecales y sólidos suspendidos. Se contará con un Certificado de Prevención de Contaminación de Aguas Residuales válido por MARPOL 73/78 como evidencia de cumplimiento y con el Permiso de la CONAGUA para la descarga de aguas residuales. Generalmente,

un sistema de vacío recoge las aguas negras de los desagües y urinales hacia la unidad de tratamiento de aguas residuales. La unidad de tratamiento del buque de perforación funciona a través de un bio-reactor de membranas poliméricas que consiste en la fusión de los principios de actividad biológica intensiva y ultrafiltración. Dicha unidad de tratamiento incluye un tanque de ecualización anóxico, un tanque aireado para los procesos biológicos y una membrana sumergida en el tanque aireado. El efluente se produce por gravedad o por un ligero vacío. La membrana está cubierta por una biopelícula, lo que reduce gradualmente el tamaño de poro (0.4−0.01 µm) para la ultrafiltración y permite remover los residuos biológicos acumulados (Evac Group 2014).

La capacidad del flujo estándar varía de 1.5 m^3/d a 111 m^3/d, con una demanda energética de 0.3 kWh/m^3. Se estima que el volumen de descarga promedio diario será de 10 m^3 a 30 m^3. Las aguas grises del área de tratamiento médico, regaderas y de la lavandería se descargan al tanque de desinfección en la unidad de tratamiento de aguas residuales.

La tecnología de la unidad de tratamiento EVAC MBR, permite incluso que la embarcación descargue el agua tratada en áreas sensibles, sin generar un impacto en el estado de los ecosistemas.

2.2.8.2.9 Residuos de comida

De acuerdo con el Anexo V de MARPOL 73/78 y las Guías del 2012 para la Implementación del Anexo V de MARPOL 73/78 (RESOLUTION MEPC.219 [63]), los residuos de comida del buque de perforación serán macerados o triturados a un tamaño de partícula no mayor a 25 mm antes de ser descargados al mar. Es de relevancia para el Proyecto que el Golfo de México se encuentre dentro de la Región del Gran Caribe, ya que esta región ha sido asignada como un Área Especial conforme al Anexo V de MARPOL 73/78. Como resultado, todos los buques, a excepción de las plataformas, únicamente pueden descargar residuos de comida macerados o triturados cuando estén localizados a más de 12 mn de la costa y en tránsito. Las plataformas costa afuera localizadas a más de 12 mn de la costa (tales como el buque de perforación cuando perfore el pozo) y los buques a 500 m de tales plataformas también tienen permitido descargar residuos de comida macerados o triturados. Huesos y otros restos de comida que no sean aptos para los maceradores serán embolsados y transportados a la costa como residuos.

2.2.8.2.10 Fluidos del sistema de control del BOP

Las pruebas al BOP se realizarán aproximadamente de cuatro a seis veces por pozo. Cada vez que se activa el sistema BOP para la prueba, el BOP libera pequeñas cantidades de fluido hidráulico al mar. La cantidad liberada depende de los sistemas que se prueben. Una prueba completa libera unos pocos metros cúbicos de fluido BOP en el mar. El fluido BOP es 97% de agua dulce con 3% de una mezcla patentada de etilenglicol y aminas.

2.2.8.2.11 Extracción de agua de mar y descargas de salmuera de desalinización

El buque de perforación estará equipado con desalinizadores. El buque de perforación podría tomar un máximo de 19 m^3/h de agua de mar para los propósitos específicos de generar agua potable (ver **Tabla 2-4** para mayores detalles respecto a la toma de agua). Es importante resaltar que no se requiere concesión para la extracción de agua de mar que se utilizará en las plantas desalinizadoras, ya que el buque de perforación estará operando fuera de aguas marinas interiores y del mar territorial.

Es probable que el buque de perforación que se utilice para el Proyecto sea la *Noble Globetrotter II*, equipada con cuatro unidades para producción de agua dulce, tanto para el agua de perforación como para la producción de agua potable, mediante el principio de ósmosis inversa.

Para el agua de perforación se utilizarán dos equipos Demitec stage 2, en los cuales, el concentrado (o rechazo) de la primera etapa se convierte en el agua de alimentación de la segunda etapa, donde el agua de mar entra en el sistema de ósmosis inversa como una corriente y sale como un concentrado, que se combina con el agua de permeado de la segunda etapa. Para la producción de agua potable, se utilizarán dos equipos ENWA MT 50 BIH, los cuales utilizan tres membranas de ósmosis inversa y cuya capacidad es de 5 m^3/h de extracción de agua de mar (dos unidades [**Figura 2-14**]; dependiendo de la temperatura del agua de mar y la salinidad). De no contar con la *Noble Globetrotter II*, se utilizará una unidad de perforación alternativa con características similares.

Figura 2-14. Unidad de ósmosis inversa



Fuente: Enwa 2020

La calidad del agua potable es monitoreada continuamente mediante un medidor de salinidad. El sistema incluye una bomba de alimentación de 50 / 60Hz.Las plantas desalinizadoras modernas extraen grandes cantidades de agua, misma que pasa a través de finas membranas para separar el agua de la sal (salmuera), y posteriormente es descargada al mar. La mayoría de las plantas desalinizadoras utilizan tomas superficiales de agua para excluir organismos marinos, residuos y escombros. Este tipo de tomas, generalmente necesitan un sistema de pretratamiento para remover algas, limo o carbono orgánico disuelto y evitar que las membranas se tapen (Cooley *et al*. 2013). En el buque de perforación, se realizará el mantenimiento del equipo mediante la limpieza de las membranas con químicos (MT5, MT10 y MT20) y el reemplazo de los filtros después de la limpieza de dichas membranas.

Se descargarán alrededor de 13.3 m^3/h de salmuera al mar como resultado de este proceso. La salinidad de la salmuera típicamente varía dependiendo de los ajustes del sistema, pero tendrá menos del 10% de solidos disueltos totales.

2.2.8.2.12 Sólidos Producto de la Separación

Como se describió en la **Sección 2.2.5.2.3.3**, los recortes generados durante la perforación con *riser* y el NADF regresan al buque de perforación a través del sistema de *riser* marino, y pasan por un sistema de acondicionamiento con lo cual se reduce la retención de masa de fluido base en los SPS, la cual no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF.

Posterior a este acondicionamiento, como ya se indicó anteriormente, los recortes de perforación impregnados con NABF Grupo III (bajo contenido de aromáticos, biodegradables, y no bioacumulables), cuya fase continua está compuesta de hidrocarburos sintéticos (en este Proyecto, olefinas internas) se les denomina como SPS. Los SPS se descargarán, siempre y cuando se cuente con la autorización para el vertimiento por parte de la SEMAR, de manera controlada por medio de un tubo sumergido en el mar a una profundidad mínima de 10 m (ver letra C en la **Figura 2-9**). Adicionalmente, los SPS se analizarán regularmente durante este proceso para verificar que no contengan petróleo crudo ni presencia de fase libre (Ver letra B en la **Figura 2-9**).

Las buenas prácticas internacionales de la industria permiten descargas al océano de SPS debido a su baja concentración de hidrocarburos aromáticos. Para realizar el vertimiento de los SPS y con base en la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM), se solicitará a la SEMAR el Permiso de Vertimiento en las Zonas Marinas Mexicanas (ZMM). Para cumplir con los requerimientos de este permiso, se realizarán procedimientos de control y monitoreo que permitan verificar dicho cumplimiento y evitar la incorporación de SPS

que no cumplan con las especificaciones del permiso. Las medidas consideradas para el control y monitoreo de los SPS se detallan a continuación.

2.2.8.2.12.1 Control

El sistema de acondicionamiento de recortes reducirá la retención de masa de fluido base en los SPS, la cual no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. Se deberá asegurar que el intervalo de confianza sea del 95%.

Asimismo, se asegurará que el proveedor de barita cuente con un certificado que compruebe y garantice que el material contiene como máximo:

- 1 mg de mercurio por kg de barita (peso seco); utilizando el método EPA 7471A, EPA 245.5 o equivalente.
- 3 mg de cadmio por kg de barita (peso seco); utilizando el método EPA 200.8, EPA 200.7 o equivalente.

A partir de los certificados de análisis, se garantizará que la porción orgánica del fluido de perforación base sintética deberá contener menos del 0.00001 g/g de HAP[1]; utilizando el método EPA 1654A.

2.2.8.2.12.2 Monitoreo

2.2.8.2.12.2.1 Previo a la descarga

Se llevará un registro, incluyendo la siguiente información:

- Nombre del pozo a perforar;
- Ubicación georreferenciada del pozo;
- Resumen del programa de perforación (etapas de perforación y profundidad);
- Composición del fluido base sintética que impregnará el recorte;
- Informes de resultados del análisis del fluido base sintética a utilizar (composición de la base orgánica, contenido de HAP, biodegradación, peligrosidad, toxicidad, contenido de aceite de la formación (si aplica) y contenido de cadmio y mercurio en la barita) que impregnará el recorte;
- Volumen estimado de incorporación por día y total de la perforación;
- Descripción de las actividades de incorporación controlada;
- Fecha programada de inicio y término de la incorporación controlada; y
- Parámetros de control ambiental de la incorporación controlada.

2.2.8.2.12.2.2 Durante la descarga

Las condiciones operativas considerarán:

- La profundidad mínima a la que estará sumergido el tubo de incorporación será de 10 m; y
- La velocidad de incorporación máxima será de 159 m^3/h.

Se recolectarán y analizarán muestras de SPS por lo menos una vez al día durante la descarga. En caso de que la perforación tenga un ritmo de penetración mayor a 153 m/día, la recolección y análisis de muestras será cada 153 m/día. La recolección y análisis se realizará en no más de tres intervalos de muestreo al día y se efectuará

[1] 40 CFR parte 435, subparte A, sección 435.13; límites para efluentes con el grado de reducción alcanzado mediante la aplicación de la mejor tecnología disponible económicamente alcanzable (BAT, por sus siglas en inglés). Índice de masa de HAP = masa (g) de HAP (como fenantreno) / masa (g) del fluido base como lo determina el Método EPA 1654A.

con base en el método API 13B-2 o equivalente, siguiendo las especificaciones establecidas en el documento 40 *Code of Federal Regulations* (CFR) parte 435, Sub parte A, Apéndice 7[2] o en todo caso el documento vigente.

El Apéndice 7 del 40 CFR 435 (de ahora en adelante Apéndice 7) incluye la descripción del método EPA 1674, el cual consiste en la determinación de la cantidad de fluido no acuoso en los recortes de perforación por medio de la utilización de una cámara de retorta y que deriva de la práctica recomendada API 13B-2 del Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en inglés).

El principio de la prueba de laboratorio de ambos métodos consiste en calentar una cantidad de masa conocida de recortes de perforación (que han sido tratados previamente, SPS), en la cámara de retorta para vaporizar la fase líquida de la muestra. Posteriormente, los vapores del fluido base y del agua son condensados y medidos en un contenedor graduado de precisión para obtener experimentalmente el porcentaje de masa de fluido base retenido en los SPS.

Una vez determinado el porcentaje de impregnación de masa de fluido base en los SPS de manera experimental, por medio de la cámara de retorta, la sección 4 "*Calculations*" del Apéndice 7, especifica que cuando el operador utiliza dos acondicionamientos de recortes en la plataforma de perforación, ya sea por un secador de recortes y/o utilizando un separador de finos, el operador debe considerar las fracciones de masa correspondientes a cada acondicionamiento para obtener el porcentaje de impregnación total por cada prueba de retorta. Solo en el caso de pasar por ambas etapas del acondicionamiento secundario (secador y separador de finos) se deben de considerar dos fracciones de masa, determinadas en la sección 4 "*Calculations*" del Apéndice 7 como 0.85 y 0.15, respectivamente.

Asimismo, dicha sección especifica que los porcentajes de impregnación totales de cada prueba de retorta deben de promediarse a lo largo de las secciones perforadas con NADF, incluyendo los intervalos de cero descarga, antes de comparar con el máximo permisible del 6.9% de fluido base impregnado en los recortes. Este máximo permisible se encuentra definido en los límites de descarga (*Effluent Limitations Guidelines*) de la parte 435 del Título 40 del CFR para olefinas internas como la relación máxima promediada de fluido base en los recortes para todas las secciones perforadas con fluido de perforación no acuoso (**Tabla 2-14**). Estos límites de descarga son referenciados en el método API 13-B2 en el apartado B.4.2 de la sección B.4 "*Calculations*" (API, 2019).

Como se establece en el Apéndice 7 y en el API 13B-2, el valor de cumplimiento relacionado con el porcentaje de impregnación de fluido base que debe compararse con el máximo límite de descarga permisible establecido para olefinas internas de 6.9% (**Tabla 2-14**), debe ser el porcentaje promedio de masa de fluido base impregnado a lo largo de las secciones perforadas con fluido de perforación no acuoso, y no un valor absoluto.

[2] *Determination of the Amount of Non-Aqueous Drilling Fluid (NAF) Base Fluid from Drill Cuttings by a Retort Chamber (Derived from API Recommended Practice 13B-2) (EPA Method 1674). (CFR, 2018).*

Tabla 2-14. Límites de descarga (*Effluent Limitation Guidelines*) y estándar de desempeño de nuevas fuentes (NSPS, por sus siglas en inglés). Información extraída de la Regulación Federal Vol. 66 No.14 Parte 435 (*Federal Regulations*, 2001) citado en la práctica API 13B-2 y de las tablas en las secciones § 435.13 y §435.15 del 40 CFR citadas en el Apéndice 7

Parámetro del contaminante	BAT (mejores tecnologías económicamente viables) "Effluent Limitation Guidelines" (Límites de descarga)	NSPS (Estándar de desempeño de nuevas fuentes)
Fluido base retenido en los recortes	Para los fluidos base que cumplan con las limitaciones de stock (**olefina interna C_{16}-C_{18}***) en esta tabla, la relación máxima **promediada en todas las secciones perforadas con fluido de perforación no acuoso (NADF, por sus siglas en inglés)** del pozo, deberá ser de **6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos** (**es decir 6.9% de masa impregnada de fluido base**).**	Para los fluidos base que cumplan con las limitaciones de stock (**olefina interna C_{16}-C_{18}***) en esta tabla, la relación máxima **promediada en todas las secciones perforadas con fluido de perforación no acuoso (NADF, por sus siglas en inglés)** del pozo deberá ser de **6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos** (**es decir 6.9% de masa impregnada de fluido base**).**

**Definición de olefina interna utilizada como referencia en el 40 CFR 435 y en el Registro Federal (2001).*

***La limitación del 6.9% es aplicable a los fluidos base que cumplan con las limitaciones de toxicidad, tasa de biodegradación, contenido de HAP, mercurio y cadmio definidas en las tablas de la sección **§ 435.13 y § 435.15 del 40 CFR**.*

Las especificaciones establecidas en el Apéndice 7, determinan que cuando el operador decide optar por la cero descarga (no descargar) de un intervalo de perforación, es decir, que los sólidos provenientes de las temblorinas (shakers) y del separador de finos (cuando aplique) son retenidos en plataforma y, por ende, no son vertidos al mar, el número total de pruebas de retorta para el cálculo del promedio debe incrementarse en 1 y el porcentaje total de masa impregnada de fluido base debe ser igual a cero (0), es decir, estos deben considerarse en el promedio con un valor de impregnación igual a cero.

Las condiciones establecidas en el Adendum A del Apéndice 7, establecen que para contabilizar la cero descarga, se debe considerar lo siguiente:

- (1) un intervalo de muestreo por día cuando la perforación con fluido no acuoso sea menor a 500 pies lineales (152.4 m); y
- (2) un intervalo de muestreo cada 500 pies lineales (152.4 m) perforados con fluido no acuoso con un máximo de tres intervalos de muestreo por día.

Así mismo, se aplicará el Método para la detección de Presencia de Petróleo en Fluidos No Acuosos siguiendo las especificaciones establecidas en el documento 40 CFR parte 435, Sub parte A, Apéndice 6 o en todo caso el documento vigente. Esta prueba se realizará una vez por semana durante el tiempo en que se realice la incorporación controlada para mostrar la ausencia de petróleo crudo en los SPS. En caso de que la prueba detecte la presencia de petróleo crudo, los SPS no se podrán incorporar y se manejarán conforme a la normatividad aplicable vigente.

Por otra parte, se realizará el ensayo estático de iridiscencia (*Static Sheen test*) en la muestra de SPS, con la finalidad de detectar la presencia de petróleo libre antes de realizar la incorporación. El ensayo se realizará conforme al método de la EPA, establecido en el documento 40 CFR parte 435, Sub parte A, Apéndice 1 o el vigente.

Con relación al monitoreo de toxicidad durante la descarga, se considerará como parámetro que el cociente de la Concentración Letal Media (CL_{50}) de 10 días del fluido de referencia olefina interna C_{16} – C_{18}, dividido entre la CL_{50} de 10 días del fluido no acuoso no exceda de 1.0. Posterior al inicio de la perforación, se realizará el monitoreo de este parámetro en una CL_{50} de 4 días, realizándola una vez al mes durante las actividades de perforación. Estas pruebas se efectuarán en un laboratorio de ecotoxicología especializado por el método ASTM E1367-99 o

equivalente, con la preparación del sedimento establecida en el documento 40 CFR parte 435, Sub parte A, Apéndice 3 o el vigente.

En el evento de una eficiencia baja, falla o cualquier operación anormal del sistema de acondicionamiento el vertimiento será suspendido y los recortes generados de ahí en adelante deberán manejarse como residuos de manejo especial y transportarse a tierra para su disposición final (ver **Sección 2.2.8.1.1** para más detalles).

2.2.8.2.12.2.3 Posterior a la descarga

Tras la incorporación de los SPS al mar, se estimará la dispersión de estos y el espesor del depósito a través de un software de simulación utilizando los parámetros reales que se presentaron durante la incorporación. Se realizará un informe de monitoreo de SPS al término de la operación de perforación de cada pozo, en un plazo no mayor a 30 días.

Al finalizar las operaciones, se deberá realizar un monitoreo de sedimento marino posterior a la incorporación de los SPS en, por lo menos, el primer pozo a perforar. Este monitoreo considera un diseño de muestreo radial alrededor del cabezal del pozo. Este monitoreo se podrá realizar en los primeros 12 meses posteriores a la perforación del pozo.

Con el objetivo de obtener resultados comparables, se utilizará una metodología similar a la del Estudio de LBA. Los parámetros que serán evaluados se enlistan en la **Tabla 2-15**.

Tabla 2-15. Parámetros a evaluar en el muestreo de sedimento marino

Tipo	Parámetro
Químicos	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)
	Bario
	Cadmio
	Mercurio
Físicos	Granulometría
Biológicos	Número de familias distintas (diversidad)
	Abundancia total
	Abundancia de anélidos (poliquetos)
	Abundancia de moluscos
	Abundancia de equinodermos

Se realizará una comparación de las muestras obtenidas con respecto a los resultados de las muestras del Estudio de LBA. Se considerarán las estaciones de muestreo del Estudio de LBA que se encuentren más cerca del pozo perforado.

2.2.8.3 Emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas están generalmente asociadas con la combustión del motor diésel y la generación de energía. Las principales fuentes de dichas emisiones atmosféricas son las siguientes:

- Combustión del motor diésel del buque de perforación , OSV/FSV, y
- Emisiones del helicóptero.

Las emisiones de estas fuentes incluirán monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV), así como material particulado (PM) y gases de efecto invernadero (GEI) como CO_2 y CH_4. Los COV están asociados principalmente a fugas de válvulas, bridas y buques/tanques que contienen hidrocarburos ligeros. Estas emisiones son mínimas para las operaciones de perforación.

Con el fin de estimar las emisiones a la atmósfera del programa de perforación (excluyendo las pruebas de pozos) se han establecido los siguientes supuestos:

- Emisiones atmosféricas calculadas con base en un programa conservador de perforación de un pozo (suponiendo un programa de perforación aproximadamente de 90 días de duración según la **Tabla 2-3**).
- Se estima que la movilización y desmovilización del buque de perforación combinadas toman un total de aproximadamente 30 días (con base en la **Tabla 2-3**), periodo en el que habrá emisiones de escape de la generación de energía en el buque de perforación (suponiendo 130 m^3 de consumo de combustible diésel por día durante esta fase).
- El programa de perforación demorará, de forma conservadora, un total de 60 días, durante los cuales habrá emisiones de escape de la generación de energía en el buque de perforación (suponiendo 60 m^3 de consumo de combustible diésel por día durante la perforación).
- Se asumen, de manera conservadora, cuatro viajes de ida y vuelta por semana por los OSV desde las bases logísticas (en Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan) hacia el buque de perforación (con una duración supuesta promedio de 35.22 horas por viaje redondo, respectivamente con un consumo de combustible por los OSV/FSV de 8.5 toneladas/día equivalente cuando esté en marcha).
- Se asume que el helicóptero realizará seis viajes de redondos por semana hacia y desde el buque de perforación durante el programa de perforación. Se estima que el consumo de combustible es del orden de 0.62 ton/hora. Se asume que la duración del vuelo sea de aproximadamente 2.94 horas (basándose en el promedio de duraciones desde los helipuertos de Veracruz, Ciudad del Carmen y Tampico).
- Si las limitaciones establecidas en los permisos de descarga y vertimiento de recortes no son factibles, entonces los SPS serán transportados a la costa para su tratamiento en una instalación de manejo de residuos autorizada. Es importante señalar que, en los viajes estimados para el traslado de material, equipo y otros residuos del buque de perforación a la costa, ya se había considerado la posibilidad del traslado de recortes, por lo que no se espera que el número de viajes de los OSV/FSV por semana (cuatro viajes redondos) se incremente. Se estima que se realizarán 38 viajes de redondos en camión, para transportar un total de aproximadamente 682 m^3 de SPS, en un recorrido total de 304 km por viaje redondo (distancia considerada entre el Puerto de Dos Bocas y una compañía potencial de gestión de residuos: Geocycle Macuspana), considerando un escenario conservador de la instalación de disposición más lejana, con un consumo de diésel de 0.379 L/km.

La **Tabla 2-16** describe las emisiones proyectadas de contaminantes regulados [material particulado de 10 micrómetros o menos de diámetro (PM_{10}), dióxido de azufre (SO_2), NO_x, compuestos orgánicos volátiles no metano (COVNM) y CO].

Tabla 2-16. Estimación de emisiones atmosféricas (en toneladas) para el programa de perforación (1 pozo)

Contaminante	Movilización / desmovilización del buque de perforación	Generación de energía del buque de perforación durante la perforación	Helicóptero (6 viajes de redondos por semana)	Buques durante la perforación (OSV y FSV)	Camiones para el traslado de recortes NADF	Total
CO_2	11,029.4	10,181.4	257.453	2,439.2	6.881	**23,914**
CO	61.7	57.0	0.424	13.6	0.038	**133**
NO_x	286.7	264.6	1.020	63.4	0.176	**616**
SO_x	18.9	17.5	0.653	4.2	0.012	**41**
CH_4	0.6	0.4	0.008	0.1	0.000	**1**
COVNM	8.0	6.1	0.065	1.8	0.004	**16**
PM_{10}	20.2	18.7	0.016	4.5	0.012	**43**
N_2O	4.3	0.1	0.023	0.9	0.000	**5**
	Suposiciones de combustible (toneladas por día)					
	110.60	51.05	2.65	8.5		**172.8**

Fuente: AECOM 2021

2.2.9 Generación de Gases de Efecto Invernadero

Las emisiones de GEI están generalmente asociadas con la combustión del motor diésel y la generación de energía. Las principales fuentes de dichas emisiones atmosféricas, excluyendo una prueba de pozo, son las siguientes:

- Combustión del motor diésel del buque de perforación, OSV/FSV;
- Emisiones del helicóptero.

Las emisiones de estas fuentes incluirán GEI tales como CO_2, y CH_4. Las emisiones estimadas de GEI para el programa de perforación, basándose en las cantidades esperadas de CO_2, y CH_4, serán de **25,533** toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) por pozo.

La **Tabla 2-17** presenta las emisiones estimadas de GEI para el programa de perforación, basadas en las cantidades pronosticadas de CO_2 y CH_4 generado. Los cálculos de las **Tabla 2-16** y **Tabla 2-17** se basan en los factores de emisión estándar definidos por Shires *et al.* (2009), US EPA (1994), US EPA (1995), y Oil and Gas UK (2008), y se presentan como un valor único acumulativo tCO_2e del IPCC AR5 (2013), horizonte de 100 años.

Las estimaciones que se presentan en la **Tabla 2-16** y **Tabla 2-17** excluyen la prueba de pozo, ya que no es parte del alcance de esta MIA-R.

Tabla 2-17. Estimación de emisiones GEI (tCO_2e) para la perforación de un pozo

Combustible / Contaminante	Movilización / Desmovilización del buque de perforación	Generación de Energía del buque de perforación durante la perforación	Helicóptero (6 Viajes de ida y vuelta por semana)	Buques durante la perforación (OSV y FSV)	Camiones para el traslado de recortes NADF	Total
Gases de Efecto Invernadero (tCO_2e)	12,320	10,217	265	2,725	7	**25,533**
	Suposiciones de Combustible (Toneladas por Día)					
	110.60	51.05	2.65	8.5		**172.8**

CO_2e = equivalente de dióxido de carbono, utilizando el potencial de calentamiento global del metano de 25 y del óxido nitroso de 298 del IPCC AR5 (2013), horizonte de 100 años, con retroalimentación clima-carbono

Fuente: AECOM 2021

Además de las emisiones antes mencionadas, existe la posibilidad de que el buque de perforación utilice Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). En respuesta al Protocolo de Montreal (ver **Capítulo 3**), los dueños de los buques de perforación han estado eliminando progresivamente las SAO por medio del reemplazo de sistemas que utilicen:

- **Gas Halón como extintor de incendios** en cuartos de máquinas y cuartos de equipos eléctricos. La producción de halón se detuvo en 1994 y los buques de perforación modernos utilizan típicamente sistemas de extinción de incendios alternativos para espacios críticos, tales como sistemas de agua nebulizada.
- **Refrigerantes con hidroclorofluorocarbonos (HCFC),** tales como R22, en la calefacción, ventilación y sistemas de aire acondicionado. El Anexo VI de MARPOL 73/78 permite que buques nuevos construidos antes del 2020 utilicen estos refrigerantes. Únicamente, algunos buques de perforación modernos utilizan refrigerantes alternativos debido a que se espera que los sistemas con HCFC se eliminan de estas embarcaciones progresivamente hasta el 2030.

Por lo tanto, es posible que el buque de perforación contratado para el Proyecto esté equipado con un sistema de aire acondicionado que contenga aproximadamente de 200 a 300 kg de refrigerante con HCFC. Aun cuando el refrigerante no se liberará deliberadamente durante el funcionamiento, mantenimiento, servicio, reparación o reemplazo del sistema de aire acondicionado, las liberaciones accidentales son relevantes debido al hecho de que el refrigerante con HCFC R22 tiene un Índice PCG (Potencial de Calentamiento Global) 1,800 veces más grande que el del CO_2 (*Oil and Gas UK* 2016).

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso del suelo

En este capítulo se identifican y describen las leyes, reglamentos e instrumentos de planeación ambiental aplicables al Proyecto. En particular, en cada una de las secciones se describe su vinculación con el Proyecto y el procedimiento de cumplimiento por Shell para cada instrumento, con base en la descripción del Proyecto proporcionada en el **Capítulo 2** y del SAR descrito en el **Capítulo 4**.

3.1 Leyes y reglamentos federales

La **Tabla 3-1** presenta la vinculación entre las leyes y reglamentos federales aplicables al Proyecto.

Tabla 3-1. Leyes y reglamentos federales y su vinculación con el Proyecto

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	El propósito de esta Ley es regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El presente Proyecto se encuentra bajo jurisdicción federal (la Secretaría) y requiere la realización de una MIA, ya que el Proyecto está relacionado con actividades de hidrocarburos. Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: […] II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; […] Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.	Shell presentará la MIA-R, así como el ERA, a la ASEA para su revisión y evaluación, en línea con las respectivas guías emitidas por la autoridad ambiental. La MIA-R y el ERA satisfacen el requisito de presentar una Manifestación de Impacto Ambiental previsto en los artículos 28 y 30.
	Artículo 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona. Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.	En apego al artículo 34, es responsabilidad de la ASEA poner a disposición del público la presente MIA-R. No obstante, Shell preparará un extracto de la MIA-R que publicará en un diario de

	La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases: I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría. […]	amplia circulación en la entidad federativa donde se desarrollará el Proyecto. Esta publicación se realizará dentro de los cinco días hábiles posteriores al ingreso de la MIA-R a la ASEA, de acuerdo con este precepto. Debido a que el Área Contractual se localiza en aguas de competencia federal y, por lo tanto, no se encuentra dentro de ninguna entidad federativa, para efectos de la publicación del extracto, se considera como entidad federativa aquella en la que se encuentre el puerto a utilizar para las actividades del Proyecto, es decir, el puerto de Dos Bocas (Tabasco), Alvarado (Veracruz), Tampico (Tamaulipas) o Tuxpan (Veracruz).
	Artículo 47.- En el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos indígenas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la determinación del Sistema Ambiental de la MIA-R, se consideraron las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la zona del Proyecto y sus zonas circundantes, que pudieran tener injerencia en la ejecución del Proyecto, con el fin de identificar las restricciones existentes en ellas conforme a los decretos de creación de cada una de ellas y, en su caso, su Plan de Manejo. Este análisis se discute en la **Sección 3.8** y el

		Capítulo 4 de este documento. Las ANP definidas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) están dentro y alrededor de la delimitación del Sistema Ambiental. Sin embargo, el Área Contractual donde se desarrollarán las actividades de perforación no se encuentra dentro, ni limita con ninguna ANP. El Proyecto establecerá medidas de mitigación durante las actividades de perforación tales como el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el Plan de Manejo de Mamíferos Marinos y Tortugas Respecto al PSV (PMMMT PSV), y el Plan de Respuesta ante Derrames (PRD), entre otros, que se describen en los **Capítulos 6** y **7.**
	Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría	Como se describió en el **Capítulo 2**, durante la ejecución del Proyecto se generarán emisiones a la atmósfera por la emisión de gases de combustión derivado de la operación de los motores del buque de perforación y los OSV/FSV, así como de la operación del helicóptero, mismas que se estiman en el **Capítulo 2**; por lo que el Proyecto establecerá las medidas de mitigación que se describen en el **Capítulo 6**.

		El Proyecto no contempla actividades de combustión relacionadas con la prueba de pozo.
	Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; […] V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua. Artículo 118.- Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en: I. La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública; II. La formulación de las normas oficiales mexicanas que deberá satisfacer el tratamiento del agua para el uso y consumo humano, así como para la infiltración y descarga de aguas residuales en cuerpos receptores considerados aguas nacionales; III. Los convenios que celebre el Ejecutivo Federal para entrega de agua en bloque a los sistemas usuarios o a usuarios, especialmente en lo que se refiere a la determinación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que deban instalarse; IV. El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva en términos de la Ley de Aguas Nacionales; V. Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones; y […] VII. La clasificación de cuerpos receptores de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y la carga contaminante que éstos puedan recibir.	Como se describió en el **Capítulo 2**, el Proyecto generará aguas residuales. Shell asegurará que el manejo y la calidad del agua tratada cumpla con las especificaciones de MARPOL 73/78 y con los límites máximos que se establezcan en el permiso de descarga que al efecto emita la CONAGUA a Shell o a su(s) contratista(s), de acuerdo con el artículo 90 de la Ley de Aguas Nacionales (en el caso que dicho permiso sea requerido para las actividades de exploración). Los límites de descarga establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 no se consideran aplicables al buque de perforación, ya que esos límites solo se aplican a las "aguas costeras" y el buque de perforación estará en aguas profundas. Durante las actividades del Proyecto, existe un riesgo bajo de derrames accidentales por parte del buque de perforación o de los OSV/FSV. Sin embargo, el Proyecto contempla medidas de prevención y mitigación propuestas para evitar o

	Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. Artículo 130.- La Secretaría autorizará el vertido de aguas residuales en aguas marinas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que al respecto expida. Cuando el origen de las descargas provenga de fuentes móviles o de plataformas fijas en el mar territorial y la zona económica exclusiva, así como de instalaciones de tierra cuya descarga sea el mar, la Secretaría se coordinará con la Secretaría de Marina para la expedición de las autorizaciones correspondientes.	contener cualquier posible derrame, que se describen en el **Capítulo 6**. En este sentido, el Proyecto contempla la implementación del PVA, el Plan Operacional de Manejo de Descargas (POMD), el Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE) y el PRD en caso de contaminación del agua, los cuales se describen en el **Capítulo 7** para abordar controles operacionales, medidas de monitoreo y actividades de respuesta.
	Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud. Artículo 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos. Artículo 147 Bis. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental. Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la	A la par de esta MIA-R, Shell presentará un ERA de conformidad con los requisitos previstos en la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo emitida por la SEMARNAT, así como con la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos emitida por la ASEA, y con lo establecido en el artículo 30 de la LGEEPA. El ERA establece una serie de medidas de mitigación, por ejemplo, el desarrollo de un PRD integral, basado en el análisis de riesgo del Proyecto, considerando también los resultados de los modelos de descarga del caso más desfavorable.

	Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. […] Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	Como se describe en el **Capítulo 2**, los principales residuos que se esperan generar y/o ser transportados para tratamiento/disposición son recortes de perforación impregnados con NABF, lodos del fondo de tanques y agua de vertimiento acumulada. Se seguirán los lineamientos de MARPOL 73/78 para la descarga de agua aceitosa, así como las disposiciones previstas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR; más información sobre dicha ley y su reglamento se presentan más adelante en esta tabla). Shell desarrollará e implementará los Planes de Manejo de Residuos (PMR), tal como se describe en el **Capítulo 7**, en cumplimiento con la LGPGIR, su Reglamento, así como con los lineamientos de MARPOL 73/78 y las NOM aplicables en materia de residuos. Para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, el buque de perforación y los OSV/FSV designarán áreas específicas, conforme artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR (ver más adelante para más información respecto a dicho Reglamento). Cuando los

		OSV/FSV lleguen a puerto, los residuos peligrosos serán recolectados por empresas autorizadas por la SEMARNAT y/o la ASEA y las autoridades portuarias para su manejo y disposición. El manejo y almacenamiento de materiales y sustancias químicas se ajustará a lo establecido por la NOM-005-STPS-1998 (Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas). El **Capítulo 6** de esta MIA-R describe las medidas de prevención y mitigación propuestas para evitar o contener derrames de materiales de residuos. Shell y/o su(s) contratista(s) adquirirán un seguro de riesgo ambiental, de acuerdo con lo establecido en el artículo 147 Bis de la LGEEPA, y presentarán una copia a la ASEA.
	Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	El Proyecto generará ruido y energía lumínica artificial, proveniente principalmente de los motores e iluminación de los OSV/FSV, el buque de perforación y el helicóptero. También se podría generar ruido subacuático durante la

		operación del PSV que se describe en el **Capítulo 2**. La NOM-081-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, pero solo aplica a fuentes fijas, por lo que no aplica al Proyecto. Aun así, se establecerán medidas de mitigación para minimizar las emisiones de luz y ruido, mismas que se describen en el **Capítulo 6**, y el SASISOPA de Shell aborda los límites máximos permisibles aplicables al personal del Proyecto en términos de salud y seguridad.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (R LGEEPA EIA)	Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] D.I) Actividades de perforación de pozos para la exploración y extracción de hidrocarburos	Shell ingresará la presente MIA-R a la ASEA para su evaluación y, en su caso, aprobación, conforme a lo establecido en el artículo 5, apartado D, fracción I.
	Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;	La presente MIA-R fue preparada bajo la modalidad regional, de acuerdo con el artículo 11, misma que se ingresa a la ASEA para su evaluación y aprobación. La MIA-R contiene la información requerida en los artículos 13 y 17, así como lo contenido en el artículo 18 considerando que se presentará un ERA. Shell adquirirá un instrumento de garantía que asegure el cumplimiento de las condiciones establecidas en la

	III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular. Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental. Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información: I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental. La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.	autorización de impacto ambiental emitida por la ASEA. Para tales propósitos, antes de comenzar las actividades relacionadas con el Proyecto, Shell preparará y presentará un Estudio Técnico Económico (ETE) para su aprobación por la ASEA y el establecimiento del monto del instrumento de garantía.

	Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables; II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.	
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de cualquier individuo a un ambiente sano y promueve un desarrollo sustentable por medio de la prevención de generación, valorización y el manejo integral de los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial. También previene la contaminación con residuos y, en caso de un evento, establece los lineamientos para llevar a cabo la remediación. Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: […] IV. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas; V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general […] XI. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral. Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda: […] II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;	Shell y/o su(s) contratista(s) deberá(n) cumplir, según aplique, con los requerimientos aplicables, enlistados en esta Ley, para grandes generadores de residuos peligrosos (10 toneladas o más al año) que incluyen: • Registrarse como generador de residuos peligrosos; • Mantener una bitácora de residuos; • Presentar un reporte anual, referido como Cédula de Operación Anual (COA; **Capítulo 7**); y • Desarrollar los PMR que incluyan el manejo de los residuos generados durante todas las etapas del Proyecto, cumpliendo con los artículos especificados en esta Ley. Shell y/o su(s) contratista(s) deberá(n), según aplique, preparar, presentar y registrar ante la ASEA, un Plan de

	III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida. Artículo 29.- Los planes de manejo aplicables a productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos: I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar; […] IV. Los responsables y las partes que intervengan en su formulación y ejecución. Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas: I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico; II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores; III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, y IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales. Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Baterías de vehículos automotores conteniendo plomo V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; VIII. Fármacos; […] X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados; XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;	Manejo de Residuos Peligrosos (PMRPE) y un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial (PMRME) – ver más abajo para más información. Todos los residuos generados por el sector hidrocarburos son considerados de competencia federal, por lo que las autoridades estatales y municipales no tienen jurisdicción sobre los PMR de Shell, siendo la ASEA la única autoridad competente sobre esta materia. Shell gestionará el transporte y la disposición de residuos a través de compañías autorizadas por la SEMARNAT y/o la ASEA, así como las autoridades portuarias. Shell garantizará esto mediante actividades de aseguramiento con el contratista. El buque de perforación y los OSV/FSV del Proyecto establecerán áreas apropiadas para el almacenamiento temporal cumpliendo con los estándares y normas de seguridad, de tal forma que se evite la mezcla de residuos peligrosos con los no peligrosos, previniendo la mezcla de materiales incompatibles y derrames.

	[…] XIV. Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y XV. Los residuos punzocortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes. […] Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven. En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse. Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	La duración para el almacenamiento de los residuos dependerá de la periodicidad de su recolección y transporte para su disposición final en tierra. Específicamente, se planea que el almacenamiento de residuos peligrosos cumpla con los requisitos específicos del artículo 82 del R LGPGIR así como aquellos de la NOM-005-STPS-1998. Con base en el artículo 56, el Proyecto no almacenará residuos peligrosos por más de 6 meses. El cumplimiento de todos los requisitos anteriores se codificará en los PMR, como se describe en el **Capítulo 7** de esta MIA-R.

	Artículo 50.- Se requiere autorización de la Secretaría para: I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos; II. La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 63 de este ordenamiento; III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros; IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros; V. La incineración de residuos peligrosos; VI. El transporte de residuos peligrosos; VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen residuos peligrosos; VIII. La transferencia de autorizaciones expedidas por la Secretaría; IX. La utilización de tratamientos térmicos de residuos por esterilización o termólisis; X. La importación y exportación de residuos peligrosos, y XI. Las demás que establezcan la presente Ley y las normas oficiales mexicanas. Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R LGPGIR)	Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él. Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente: I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;	El Proyecto generará dos categorías principales de residuos, derivado de las actividades de perforación y mantenimiento: residuos peligrosos y residuos de manejo especial. Shell y/o sus contratistas registrarán, elaborarán, implementarán y presentarán ante la ASEA los PMR. El buque de perforación y cada embarcación que transporte residuos peligrosos

	II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos; III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo. Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación. Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;	contarán con un área designada temporal de almacenamiento de residuos peligrosos, en cumplimiento con el artículo 82, considerando las características CRETIB del residuo peligroso. El **Capítulo 6** describe las medidas de mitigación para evitar cualquier impacto al ambiente, incluyendo las acciones correctivas en caso de un derrame potencial. Los residuos sólidos que no puedan ser reciclados serán dispuestos por una empresa de manejo de residuos debidamente autorizada. Se presentará una COA de acuerdo con los términos especificados en este Reglamento con referencia a la generación y manejo de residuos peligrosos y otras emisiones aplicables derivadas de las actividades operativas. Dicha COA se presentará anualmente. Los OSV/FSV encargados de transportar los residuos del buque de perforación a la base logística deberán cumplir con los requisitos aplicables a quienes transportan los residuos, de conformidad con los artículos 85 y 86 del Reglamento. Los OSV/FSV encargados de transportar los residuos del buque de

	VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables. Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos. Artículo 72.- Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán: I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos; II. El área de generación; III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa; IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final; V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen; VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y VII. Tratándose de confinamiento se describirá, además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad. En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días. […] Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento. I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de enero al 30 de abril de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior;	perforación a la base logística deberán cumplir con los requerimientos aplicables a quienes transportan los residuos, de conformidad con los artículos 85 y 86 del Reglamento. Shell llevará a cabo procesos de aseguramiento con los contratistas para garantizar el cumplimiento de este Reglamento a través de los sistemas de gestión establecidos. El cumplimiento de todos los requisitos anteriores se atenderá en los PMR, como se describe en el **Capítulo 7**. Los PMR incluirán la clasificación, almacenamiento, embalaje, manifiesto, transporte, disposición y otros requisitos de gestión previstos en este Reglamento. Todos los residuos peligrosos y de manejo especial se gestionarán con base en las especificaciones de la NOM-001-ASEA-2019, así como con los requisitos establecidos en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos. El transporte de estos residuos, así como la disposición final de los mismos se realizarán con un

	II. Se presentarán en formato impreso, electrónico o través del portal electrónico de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción; III. La Secretaría contará con un plazo de veinte días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en su caso, por única vez, podrá requerir al generador para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de quince días hábiles contados a partir de su notificación; IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cedula de Operación Anual y, en consecuencia, por rendido el informe, y V. En caso de que el generador no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción anterior, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por no rendido el informe a que se refiere el artículo 46 de la Ley. Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;	proveedor de servicios debidamente autorizado por la SEMARNAT y/o la ASEA. Las disposiciones legales para residuos de manejo especial se encuentran en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos, analizadas en la **Tabla 3-3**.

	h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida; b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables; c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y e) No rebasar la capacidad instalada del almacén. III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados; c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. Artículo 86.- El procedimiento para llevar a cabo el transporte de residuos peligrosos se desarrollará de la siguiente manera: I. Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y dos copias del mismo, en el momento de entrega de los residuos; II. El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final;	

	III. El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador, y IV. Si transcurrido un plazo de sesenta días naturales, contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, no devuelve al generador el original del manifiesto debidamente firmado por el destinatario, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho a efecto de que dicha dependencia determine las medidas que procedan.	
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	El propósito de esta Ley es establecer la concurrencia del gobierno federal, estatal y municipal, dentro de sus respectivas competencias, respecto a la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. Artículo 60 Bis - Ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación superior de instituciones acreditadas. […] Artículo 60 Bis 1.- Ningún ejemplar de tortuga marina, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, incluyendo sus partes y derivados. Queda prohibido, el aprovechamiento extractivo con fines de subsistencia o comercial, de las especies de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) tiburón ballena (*Rhincodon typus*), tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), pez sierra peine (*Squalus pristis*) y pez sierra de estero (*Pristis pectinata*). Solo se podrá autorizar su captura para actividades de restauración, repoblamiento o de reintroducción de dichas especies en su hábitat natural. Artículo 63.- La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de: a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.	Shell tendrá un control estricto de las actividades realizadas por sus empleados, contratistas y subcontratistas, con el fin de evitar cualquier impacto a la vida silvestre durante las actividades del Proyecto. Shell desarrollará e implementará un PMMMT PSV, que se incluye en el **Capítulo 6**. El **Capítulo 6** provee información más detallada acerca de las medidas de mitigación establecidas para evitar afectar a mamíferos marinos, tortugas, peces o aves marinas durante las actividades de exploración, por lo que no se contraviene lo establecido en los artículos de la LGVS aquí descritos. Si bien no existen ANP dentro del Área Contractual (ver el **Capítulo 4**), el **Capítulo 7** de esta MIA-R brinda detalles sobre el PRD que tiene como objetivo proteger las áreas sensibles y especies de las consecuencias de un evento poco probable de derrame.

	b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad. c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica. d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones. Artículo 65.- La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, áreas de refugio para proteger especies nativas de vida silvestre que se desarrollan en el medio acuático, en aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo terrestre y terrenos inundables, con el objeto de conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de dichas especies, así como para conservar y proteger sus hábitats, para lo cual elaborará los programas de protección correspondientes. Artículo 76.- La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.	Ningún hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre o área de refugio para la protección de especies nativas se encuentra dentro del Área Contractual.
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establecen el régimen de concesiones legales relacionado con el uso y la explotación de todos los recursos acuíferos en México (incluidas zonas marinas mexicanas), así como los requerimientos para la extracción de agua y los permisos para la descarga de agua residual. También establece los criterios de calidad de agua y agua residual a través de Normas Oficiales Mexicanas. Artículo 2.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir. Artículo 17.- […] No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión. Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o	Con base en los artículos 88 y 88 bis de la LAN y 135 y 138 de su Reglamento, Shell o su(s) contratista(s) obtendrá(n) el permiso requerido por la CONAGUA para la descarga de aguas residuales. La descarga de aguas residuales cumplirá con MARPOL 73/78 y las condiciones de los permisos de descarga de aguas residuales de la CONAGUA. Las medidas para prevenir las descargas accidentales que puedan afectar los recursos

	asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas. […] Artículo 29 Bis 4.- La concesión, asignación o permiso para descargar puede ser revocado en los siguientes casos: […] III. Descargar en forma permanente o intermitente aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero, sin perjuicio de las sanciones que fijen las disposiciones sanitarias y de equilibrio ecológico y protección al ambiente; IV. Utilizar la dilución para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas en materia ecológica o las condiciones particulares de descarga; […] IX. Dañar ecosistemas como consecuencia de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales; X. Realizar descargas de aguas residuales que contengan materiales o residuos peligrosos que ocasionen o puedan ocasionar daños a la salud, recursos naturales, fauna, flora o ecosistemas; Artículo 85.- […] Las personas físicas o morales (incluyendo las dependencias) que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de: a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales. Artículo 86 Bis 2.- Se prohíbe arrojar o depositar cualquier residuo, material, lodos del proceso de tratamiento u otras aguas que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición. Artículo 88.- Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que	hídricos están descritos en los **Capítulos 6** y **7**. No se requiere concesión para la extracción de agua con propósitos de desalinización ya que el buque de perforación estará operando fuera de aguas marinas interiores y el mar territorial. En el evento de una descarga accidental, Shell notificará a la SEMAR y la ASEA dentro de las primeras 24 horas sobre el volumen y características de la(s) descarga(s).

	sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. […] Artículo 88 Bis - Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales mencionado en el Artículo anterior; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando sea necesario para cumplir con lo dispuesto en el permiso de descarga correspondiente y en las Normas Oficiales Mexicanas; III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes de propiedad nacional como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; IV. Instalar y mantener en buen estado, los aparatos medidores y los accesos para el muestreo necesario en la determinación de las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; V. Notificar a “la Autoridad del Agua” los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados en las condiciones particulares de descarga fijadas; VI. Informar a "la Autoridad del Agua" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales contenidas en el permiso de descarga correspondiente; VII. Operar y mantener (por sí mismos o terceros) las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores; VIII. Conservar (al menos) por cinco años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen; IX. Cumplir con las condiciones del permiso de descarga correspondiente y, de ser necesario, mantener las obras e instalaciones del sistema de tratamiento en condiciones de operación satisfactorias; X. Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y en su caso con las condiciones particulares de descarga que se hubieren fijado, para la prevención y control de la contaminación extendida o dispersa que resulte del manejo y aplicación de substancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores; XI. Permitir al personal de "la Autoridad del Agua" o de "la Procuraduría", conforme a sus competencias, la realización de:	

	a) La inspección y verificación de las obras utilizadas para las descargas de aguas residuales y su tratamiento, en su caso; b) La lectura y verificación del funcionamiento de los medidores u otros dispositivos de medición; c) La instalación, reparación o sustitución de aparatos medidores u otros dispositivos de medición que permitan conocer el volumen de las descargas, y d) El ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y verificación del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y sus Reglamentos, así como de los permisos de descarga otorgados; XII. Presentar de conformidad con su permiso de descarga, los reportes del volumen de agua residual descargada, así como el monitoreo de la calidad de sus descargas, basados en determinaciones realizadas por laboratorio acreditado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y aprobado por "la Autoridad del Agua"; XIII. Proporcionar a "la Procuraduría", en el ámbito de sus respectivas competencias, la documentación que le soliciten; XIV. Cubrir dentro de los treinta días siguientes a la instalación, compostura o sustitución de aparatos o dispositivos medidores que hubiese realizado "la Autoridad del Agua", el monto correspondiente al costo de los mismos, que tendrá el carácter de crédito fiscal, y XV. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias aplicables. Cuando se considere necesario, "la Autoridad del Agua" aplicará en primera instancia los límites máximos que establecen las condiciones particulares de descarga en lugar de la Norma Oficial Mexicana, para lo cual le notificará oportunamente al responsable de la descarga. Artículo 91 Bis 1.- Cuando se efectúen en forma fortuita, culposa o intencional una o varias descargas de aguas residuales sobre cuerpos receptores que sean bienes nacionales, en adición a lo dispuesto en el Artículo 86 de la presente Ley, los responsables deberán dar aviso dentro de las 24 horas siguientes a "la Procuraduría" y a "la Autoridad del Agua", especificando volumen y características de las descargas, para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de los responsables o las que, con cargo a éstos, realizará dicha Procuraduría y demás autoridades competentes. La falta de dicho aviso se sancionará conforme a la presente Ley, independientemente de que se apliquen otras sanciones, administrativas y penales que correspondan.	
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R LAN)	Artículo 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;	Shell o su(s) contratista(s) aplicará(n) para los permisos correspondientes de descarga de aguas residuales ante la CONAGUA. Las descargas operacionales serán

	II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga; V. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente; VI. Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado; VII. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores; VIII. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento"; IX. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias; X. Conservar al menos durante tres años el registro de la información sobre el monitoreo que realicen, en los términos de las disposiciones jurídicas, normas, condiciones y especificaciones técnicas aplicables, y XI. Las demás que señalen las leyes y disposiciones reglamentarias. Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las normas oficiales mexicanas mediante un simple aviso. Artículo 138.- Las solicitudes de permiso de descarga de aguas residuales que se presenten a "La Comisión", deberán contener: I. Nombre, domicilio y giro o actividad de la persona física o moral que realice la descarga; II. Relación de insumos utilizados en los procesos que generan las descargas de aguas residuales y de otros insumos que generen desechos que se descarguen en los cuerpos receptores;	monitoreadas para asegurar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el permiso de descarga, como se describe en el **Capítulo 7**. Cualquier incumplimiento respecto a los términos del permiso será reportado a las autoridades. El **Capítulo 7** describe el POMD para mantener las condiciones y limitaciones estipuladas en el permiso. Shell o su(s) contratista(s) notificará(n) a la CONAGUA las descargas accidentales de aguas residuales de acuerdo con el PRE y al PRD descritos en el **Capítulo 7**.

	III. Croquis y descripción de los procesos que dan lugar a las descargas de aguas residuales; IV. Volumen y régimen de los distintos puntos de descarga, así como la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de la descarga; V. Nombre y ubicación del cuerpo o cuerpos receptores; VI. Croquis de localización de la descarga o descargas, así como en su caso de las estructuras e instalaciones para su manejo y control; y, VII. Descripción, en su caso, de los sistemas y procesos para el tratamiento de aguas residuales para satisfacer las condiciones particulares de descarga que establezca "La Comisión", conforme a lo dispuesto en la “Ley y su “Reglamento”. La solicitud deberá acompañarse de la memoria técnica que fundamente la información a que se refiere el presente artículo y, en especial, a la forma en que el solicitante cumplirá con las normas, condiciones y especificaciones técnicas establecidas. Quedan exceptuados de cumplir con el requisito de la caracterización físico-química y bacteriológica mencionada en la fracción IV y de la memoria técnica que se menciona en el párrafo anterior, los usuarios siguientes: a) Las poblaciones con menos de 2,500 habitantes, y b) Las empresas que en su proceso o actividad productiva no utilicen como materia prima substancias que generen en sus descargas de aguas residuales metales pesados, cianuros u organotóxicos y su volumen de descarga no exceda de 300 metros cúbicos al día. Artículo 139.- Los permisos de descarga de aguas residuales contendrán: I. Ubicación y descripción de la descarga en cantidad y calidad; II. Los parámetros, así como las concentraciones y cargas máximas correspondientes, que determinan las condiciones particulares de descarga del permisionario; III. Obligaciones generales y específicas a las que se sujetará el permisionario para prevenir y controlar la contaminación del agua, incluidas: a) Forma y procedimientos para la toma de muestras y la determinación de las cargas contaminantes, y b) Forma en que se presentará a "La Comisión" la información que les solicite, sobre el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga. IV. Forma y, en su caso, plazos en que se ajustará a lo dispuesto en las condiciones y especificaciones técnicas que señale "La Comisión", para los puntos de descarga autorizados, incluida la construcción de las obras e instalaciones para la recirculación de las aguas y para el manejo y tratamiento de las aguas residuales, y V. Duración del permiso. Artículo 149.- Cuando se efectúen en forma fortuita una o varias descargas de aguas residuales sobre cuerpos receptores que sean bienes nacionales, los responsables deberán avisar de inmediato a "La Comisión", especificando volumen y características	

	de las descargas, para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de los responsables o las que, con cargo a éstos, realizará "La Comisión" y demás autoridades competentes. Los responsables de las descargas estarán obligados a llevar a cabo las labores de remoción y limpieza del contaminante de los cuerpos receptores afectados por la descarga. En caso de que el responsable no dé aviso, los daños que se ocasionen, serán determinados y cuantificados por "La Comisión" en el ámbito de su competencia, y se notificarán a las personas físicas o morales responsables, para su pago conforme a la ley. La determinación y cobro del daño causado sobre las aguas y los bienes nacionales a que se refiere este artículo, procederá independientemente de que "La Comisión" y las demás autoridades competentes apliquen las sanciones a que haya lugar en los términos de ley, en cuyo caso, "La Comisión" lo hará del conocimiento de las dependencias que por sus atribuciones estuvieran involucradas. La falta del aviso a que se refiere el primer párrafo de este artículo se sancionará conforme a la ley.	
Ley Federal del Mar (LFM)	La Ley Federal del Mar aplica a las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Artículo 3.- Las zonas marinas mexicanas son: a) El Mar Territorial b) Las Aguas Marinas Interiores c) La Zona Contigua d) La Zona Económica Exclusiva e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y, f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional. Artículo 6.- La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas, conforme a la presente Ley, se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a: I. Las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas; II. El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización; III. El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización; IV. El aprovechamiento económico del mar, inclusive la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos	El Proyecto cumplirá con el artículo 6 así como con MARPOL 73/78 y demás normatividad mexicana definida en este capítulo, relacionada al uso de los recursos marinos y la prevención de la contaminación de éstos. El buque de perforación cumplirá con los permisos aplicables requeridos por la legislación mexicana para el desarrollo de sus actividades relacionadas al Proyecto.

	nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras; V. La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación; VI. La realización de actividades de investigación científica marina. Artículo 17.- La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles dedicados a la exploración, localización, perforación, extracción y desarrollo de recursos marinos, o destinados a un servicio público o al uso común en las zonas marinas mexicanas, deberá hacerse observando las disposiciones legales vigentes en la materia. Artículo 25.- La anchura del Mar Territorial mexicano, es de 12 millas marinas (22,224 metros), medidas de conformidad con las disposiciones de esta Ley y su Reglamento. Artículo 27.- El límite exterior del Mar Territorial es la línea cada uno de cuyos puntos está a una distancia de 12 millas marinas (22,224 metros), del punto más próximo de las líneas que constituyan su límite interior, determinadas de conformidad con el Artículo 26 de esta Ley y con las disposiciones pertinentes de su Reglamento. Artículo 36.- Son aguas Marinas Interiores aquellas comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales o rectas, a partir de las cuales se mide el Mar Territorial, de conformidad con las disposiciones pertinentes del Reglamento de la presente Ley y que incluyen: I.- La parte norte del Golfo de California; II.- Las de las bahías internas; III.- Las de los puertos; IV.- Las internas de los arrecifes; V.- Las de las desembocaduras o deltas de los ríos, lagunas y estuarios comunicados permanente o intermitentemente con el mar. Artículo 43.- La Zona Contigua de México se extiende a 24 millas marinas (44,448 metros), contadas desde las líneas de base a partir de las cuales, de conformidad con el Artículo 26 de esta Ley, y con las disposiciones pertinentes de su Reglamento, se mide la anchura del Mar Territorial mexicano. Artículo 50.- La Zona Económica Exclusiva Mexicana se extiende a 200 millas marinas (370,400 metros) contadas desde las líneas de base a partir de las cuales, de conformidad con el Artículo 26 de esta Ley, se mide la anchura del Mar Territorial.	
Ley de Puertos (LP)	Esta ley regula los puertos, terminales, muelles e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios. Artículo 20.- Para la explotación, uso y aprovechamiento de bienes del dominio público en los puertos, terminales y marinas, así como para la construcción de obras en los	Shell requerirá el estricto cumplimiento de la legislación portuaria de manera particular para cada puerto donde laboren sus contratistas, con el fin de cumplir con las

	mismos y para la prestación de servicios portuarios, solo se requerirá de concesión, permiso o autorización que otorgue la Secretaría conforme a lo siguiente: I. Concesiones para la administración portuaria integral; II. Fuera de las áreas concesionadas a una administración portuaria integral; a) Concesiones sobre bienes de dominio público que, además, incluirán la construcción, operación y explotación de terminales, marinas e instalaciones portuarias, y b) Permisos para prestar servicios portuarios. III. Autorizaciones para obras marítimas o dragado. Para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se requerirá de permiso de la Secretaría, sin perjuicio de que los interesados obtengan, en su caso, la concesión de la zona federal marítimo terrestre que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	obligaciones previstas por la Ley de Puertos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
Reglamento de la Ley de Puertos (R LP)	Artículo 84.- Los movimientos de entrada y salida de los buques en los puertos, así como cualquier maniobra dentro de éstos, quedarán sujetos a las prioridades que correspondan, pero no habrá distinciones al respecto por el pabellón de los buques o por el monto de los cargos que deban pagarse por los servicios. Artículo 88.- Los barcos, al atracar, solo deberán fondear las anclas que indique el piloto de puerto y en el lugar y dirección que el mismo señale, salvo que el capitán considere que existe peligro, en cuyo caso deberá manifestarlo así al piloto y asentarlo en el diario de navegación. Artículo 90.- Los buques mantendrán los cabos y los amarres que les haya señalado el piloto de puerto en los lugares que indique.	Para evitar cualquier impacto adverso dentro de los puertos o una instalación marítima por el movimiento de los buques, anclas o amarraderos, Shell requerirá el estricto cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables por parte de todos sus buques contratados.
Ley de Navegación y Comercio Marítimos (LNCM)	El principal objetivo de esta ley es regular las vías generales de comunicación por agua, la navegación, su protección y los servicios que en ellas se prestan, la marina mercante mexicana, así como los actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo. Artículo 36.- La navegación en zonas marinas mexicanas y el arribo a puertos mexicanos estarán abiertos, en tiempos de paz a las embarcaciones de todos los Estados, conforme al principio de reciprocidad internacional. Cuando existan razones de seguridad nacional o interés público, la SEMAR podrá negar la navegación en zonas marinas mexicanas y el arribo a puertos mexicanos. […] Artículo 76.- De conformidad con lo que establecen los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos,	Shell establecerá obligaciones a todas las embarcaciones (conforme aplique por rango de embarcación) con el fin de cumplir con los siguientes convenios y códigos de la Organización Marítima Internacional (OMI) incorporados en la legislación mexicana a través de esta ley: • MARPOL (Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por los Buques). • SOLAS (Convenio Internacional para la

	a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar. La responsabilidad civil por daños derivados de la contaminación marina procedente de embarcaciones, artefactos navales e industrias costeras se regirá por los tratados internacionales, por el capítulo respectivo de esta Ley, así como por la legislación aplicable en cada especie de contaminación marina. A las sanciones administrativas derivadas de las infracciones a lo señalado en este capítulo, se sumará la obligación de reparación del daño, consistente en la limpieza y restauración efectiva de las áreas contaminadas. Esta disposición no prejuzga sobre la responsabilidad penal en que incurran los sujetos contaminantes, ni los servidores públicos que por cualquier modo autoricen o consientan el acto o la omisión resultante en la contaminación. Artículo 77 Bis - Toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a los ecosistemas marinos o sus componentes estará obligada a la reparación de los daños, o bien, a la compensación ambiental que proceda de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Seguridad de la Vida en el Mar). • ISPS (Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias). • ISM (Código Internacional de Gestión de la Seguridad). • IMDG (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas). • LSA (Código Internacional de Dispositivos de Salvamento). • Código MODU (Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Unidades Móviles de Perforación Mar Adentro). • Convención STCW (Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar, 1978). • Convenio Internacional sobre Líneas de Carga. Aunado a esto, Shell establecerá obligaciones estrictas a todas las embarcaciones contratadas con el fin de cumplir con los requerimientos de la Ley de Navegación y Comercio Marino: • Requerimientos para el manejo de aguas de lastre • Registro Público Nacional Marítimo • Requerimientos de educación mercantil marítima • Requerimientos educativos y de entrenamiento

		• Requerimiento de acreditación de parte del Personal Técnico • Presencia de un Inspector de Seguridad Marítima • Requerimientos de Dotación Mínima de Seguridad • Requerimientos de Gestión de Seguridad • Requerimientos para la Prevención de Contaminación Marina • Requerimientos para un Sistema de Inspección las Unidades Móviles de Perforación Mar Adentro • Requerimiento de Certificación de Competencias • Requerimiento de Certificado Médico • Medidas de Control de Tráfico Marino • Áreas a Evitar – áreas definidas en las que la navegación es particularmente peligrosa o es sumamente importante prevenir que ocurran accidentes, y que todos los barcos o estructuras flotantes deben evitar estas áreas. • Áreas de Precaución – un área claramente delimitada en la que los barcos deben navegar con particular precaución y hacia la dirección donde el tráfico es controlado. Shell requerirá que los contratistas y subcontratistas involucrados en la actividad marítima sean entrenados

		sobre las leyes y regulaciones ambientales relevantes, así como las operaciones de control asociadas para prevenir descargas accidentales. El entrenamiento incluirá procedimientos de reporte en el evento de que una descarga accidental sea liberada, activando la respuesta inmediata. La prevención y mitigación de derrames es descrita en el **Capítulo 6** y en el **Capítulo 7**. Shell activará el PRD en el evento de un incidente ambiental de derrame con la finalidad de iniciar la limpieza de acuerdo con la naturaleza del evento.
Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM)	La Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas tiene por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas. Artículo 3.- Para efectos de la presente Ley, se entenderá como vertimiento en las zonas marinas mexicanas, lo siguiente: I. La evacuación deliberada de desechos u otras materias, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones con el único objeto de deshacerse de ellas; II. El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, con el único objeto de deshacerse de ellas; III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho marino o en el subsuelo de éste, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, y IV. Todo abandono o derribo in situ de plataformas u otras construcciones, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas. Artículo 3 Bis.- En las zonas marinas mexicanas no se considerará como vertimiento lo siguiente: I. La evacuación en el mar de desechos u otras materias resultante, directa o indirectamente, de las operaciones normales de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar y de su equipo, salvo los desechos u otras materias	Como se describe en la **Sección 2.2.5.2.3.3**, se utilizará un sistema de acondicionamiento de recortes de perforación a bordo del buque de perforación, la retención de masa de fluido base en los SPS, la cual no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. En caso de que los SPS no puedan ser vertidos al mar debido a las limitaciones en

	que se transporten en buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar destinados a la evacuación de tales materias, o se transborden a ellos, o que resulten del tratamiento de tales desechos u otras materias en esos buques, aeronaves, plataformas o construcciones; II. La colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación, siempre que dicha colocación no sea contraria a los objetivos del Protocolo 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, y III. El abandono de materiales que hayan sido colocadas para un fin distinto del de su mera evacuación, tales como, cables, tuberías y dispositivos de investigación marina, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 3, fracción IV de la presente Ley. Artículo 4.-Todo vertimiento se realizará en los términos y condiciones que señala la presente Ley. Está prohibida la incineración de desechos u otras materias, en las zonas marinas mexicanas, asimismo, está prohibida la importación y exportación de desechos u otras materias para su vertimiento o incineración, por lo que toda contravención será sancionada en términos de la presente Ley. Artículo 4 Bis.- Para otorgar el permiso de vertimiento a que se refiere el artículo 5 de la presente Ley, la Secretaría requerirá que el material a verter esté considerado dentro de una de las siguientes categorías que establece el Protocolo de Londres y que cumpla con los requisitos que se exijan al solicitante: […] V. Materiales geológicos inorgánicos inertes; […] Artículo 10.- Efectuada la evaluación, la Secretaría podrá indicar al solicitante, cuando corresponda, que deberá formular e implantar una estrategia para reducir la producción de desechos, auxiliándose con las instancias competentes, en cuyo caso, implementará las inspecciones necesarias a fin de verificar su cumplimiento. Artículo 11.- El interesado, al presentar la solicitud para el vertimiento de desechos u otras materias, incluyendo los materiales de dragado, materiales orgánicos no contaminados de origen natural, desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado, buques, plataformas, geológicos, hierro, acero, hormigón y fangos cloacales; deberá acreditar que agotó cualquiera de las opciones de manejo integral de desechos que comprenden enunciativa y no limitativamente las siguientes: I. Reutilización; II. Reciclaje fuera de las aguas marinas mexicanas; III. Destrucción de los componentes peligrosos; IV. Tratamiento para reducir o retirar componentes peligrosos; V. Evacuación en tierra, en la atmósfera y en el mar.	las especificaciones de los permisos de descarga o por que la retención de masa de fluido base en los SPS excede el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF, éstos se trasladarán a tierra para su disposición final de la forma descrita en la **Sección 2.2.8.1.1**. Los siguientes podrían también constituir un vertimiento: • Re-suspensión de sedimentos por el movimiento del lecho marino. • Descarga de lotes de WBDF al mar durante la perforación *riserless*. • Descarga de fluidos desplazados al instalar el tubo ascendente de perforación. • Descarga de SPS. • Residuos de alimentos no contaminados. De ser necesario, y después de pláticas con la SEMAR o la agencia que esté a cargo, Shell o su(s) contratista(s) solicitarán el permiso de vertimiento correspondiente ante la SEMAR. Las condiciones de dicho permiso deberán cumplirse. Se desarrollará un PMR de acuerdo con lo establecido por

	Artículo 13. La descripción y caracterización tóxica, física, química y biológica de los desechos, es un requisito para determinar la procedencia de verterlos, así como para considerar las alternativas. La Secretaría no autorizará el vertimiento cuando la caracterización de los desechos sea insuficiente y no pueda evaluarse adecuadamente su posible impacto en la salud y en el ambiente costero y marino. No se autorizarán vertimientos de desechos u otras materias en áreas naturales protegidas marinas y sus zonas de influencia, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en aquellas áreas que establezca la Ley General de Vida Silvestre. Artículo 15.- La Secretaría, por Acuerdo de su titular, en base a lo indicado en las directrices relativas al Protocolo sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972, con la participación de otras Dependencias de la Administración Pública Federal e instituciones de investigación científica, expedirá los criterios que deberán observarse respecto de los desechos, materiales o sustancias que podrán ser objeto de solicitud de vertimiento. Acuerdo que será publicado anualmente en el Diario Oficial de la Federación Los criterios se definirán a partir de los componentes de los desechos, materiales y sustancias y la información disponible sobre sus posibles efectos sobre la salud humana y el ambiente marino y costero. En el Acuerdo, se definirán los desechos, materiales o sustancias que no pueden ser objeto de vertimiento. Para esta definición se considerarán, de manera enunciativa y no limitativa: I. Las sustancias antropogénicas tóxicas, persistentes y bioacumulables, entre otras: plásticos persistentes y demás materiales sintéticos, cadmio, mercurio, organohalógenados, organometálicos, hidrocarburos y sus derivados, cuando proceda, arsénico, plomo, cobre, zinc, berilio, cromo, níquel, vanadio, y sus compuestos de todos estos; compuestos orgánicos de silicio, cianuros, fluoruros, plaguicidas y pesticidas o sus subproductos distintos de los organohalógenados; y II. Aquellos compuestos respecto de los cuales se disponga de información que demuestre que causan daños a la salud humana o al ambiente marino y costero. Lo previsto en el presente artículo no constituye una caracterización de los desechos u otras materias, la cual se realizará conforme a la legislación que resulte aplicable. Artículo 18.- La Secretaría otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.	esta ley (ver **Capítulo 7**) así como por otra normatividad en materia de gestión de residuos y MARPOL 73/78. En particular, los residuos alimenticios serán dispuestos de acuerdo con el artículo 5.2.5 de la NOM-149-SEMARNAT. Este PMR incluirá las medidas para prevenir y evitar el vertimiento de cualquier sustancia o material prohibido en el mar. Para cumplir con el artículo 4, la incineración de residuos en el mar no estará permitida.

	Artículo 27.- Adicionalmente a los requisitos que establece la presente ley, el interesado deberá cumplir con lo siguiente: I. Entregará los resultados originales de análisis que se hayan determinado conforme al tipo de material que se pretende verter, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia de la muestra y en cuatro puntos alrededor del mismo con un radio mínimo de una milla náutica de distancia, o la que determine la Secretaría en función del área en donde se vaya a efectuar el vertimiento, a fin de dar seguimiento a los posibles efectos del vertimiento en la zona de tiro autorizada, elaborados por un laboratorio acreditado, tres días hábiles después de finalizar el vertimiento; II. Entregar el muestreo y análisis expedidas por el laboratorio responsable, debiendo asentar en el reporte de laboratorio la fecha, hora y coordenadas geográficas del lugar de colecta, indicando si los resultados no excedieron los límites máximos permitidos por la normatividad ambiental vigente, conforme lo señalado en el Capítulo III de la presente Ley; III. Presentará, cuando se trate de material producto de dragado, previamente a la ejecución del proyecto, la evaluación de los lixiviados de los lodos o sedimentos del dragado que serán vertidos al mar, debiendo tomar la muestra antes de iniciar el vertimiento al mar; asimismo elaborará un estudio de la composición bentónica de la zona autorizada; IV: Entregará, cuando el caso lo requiera, los estudios batimétricos e hidrodinámicos de la zona de tiro, realizados dentro de los tres días hábiles siguientes al término de las operaciones de vertimiento, o dentro del tiempo que establezca la Secretaría; V. Entregará, según el caso y por el tiempo que señale la Secretaría, un informe relativo a monitoreos ambientales, con el fin de constatar que no exista un posible daño ambiental causado por las maniobras propias de las actividades a desarrollar, así como mantener la zona en las condiciones ambientales que hasta el momento se tienen establecidas, debiendo anexar cromatogramas, hojas de campo y cadena de custodia, y VI. Suspenderá las actividades de vertimiento ante la presencia de un fenómeno meteorológico que por su magnitud e intensidad pudiera causar daños a los ecosistemas, y procederá de la misma forma cuando el vertimiento por sí mismo provoque las mismas consecuencias.	
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños. Artículo 6º.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su	Shell realizó una LBA para determinar las condiciones ambientales en el Área Contractual antes del inicio del Proyecto (de acuerdo con las obligaciones establecidas por la ASEA y el contrato respectivo con la CNH). El

	informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad. Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. Artículo 13.- La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda. Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.	estudio de LBA se presentó a la ASEA el 1 de febrero del 2019 y se otorgó una resolución positiva el 5 de marzo del 2019 por parte de la CNH. En el caso improbable de un derrame, lo anterior permitirá a Shell comparar las condiciones anteriores al Proyecto y después del evento. La LBA determinó que no existen daños ambientales preexistentes en las áreas muestreadas dentro del Área Contractual. En el caso de renuncia del Área Contractual, Shell diseñará e implementará un Plan de Taponamiento y Desmovilización (PTD) que atienda los requisitos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, el contrato que Shell mantiene con la CNH y las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en Materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para realizar las Actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos (ver **Capítulo 7**).
Ley de Hidrocarburos	El propósito de esta Ley es regular las actividades relacionadas con los hidrocarburos en el territorio nacional. De acuerdo con esta Ley, corresponde a la Nación la	En cumplimiento del contrato firmado con la CNH, Shell

	propiedad directa, inalienable e imprescriptible de todos los Hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo del territorio nacional, incluyendo la plataforma continental y la zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, en mantos o yacimientos, cualquiera que sea su estado físico. Artículo 47.- Los Asignatarios y Contratistas estarán obligados a: […] X. Dar aviso a la Secretaría de Energía, a la Comisión Nacional de Hidrocarburos, a la Agencia y a las demás autoridades competentes sobre cualquier siniestro, hecho o contingencia que, como resultado de sus operaciones, ponga en peligro la vida, la salud y seguridad pública, el medio ambiente, la seguridad de las instalaciones o la producción de Hidrocarburos; y aplicar los planes de contingencia, medidas de emergencia y acciones de contención que correspondan de acuerdo con su responsabilidad, en los términos de la regulación correspondiente. Sin perjuicio de lo anterior, deberán presentar ante dichas dependencias: a) En un plazo que no excederá de diez días naturales, contados a partir del siniestro, hecho o contingencia de que se trate, un informe de hechos, así como las medidas tomadas para su control, en los términos de la regulación correspondiente, y b) En un plazo que no excederá de ciento ochenta días naturales, contados a partir del siniestro, hecho o contingencia de que se trate, un informe detallado sobre las causas que lo originaron y las medidas tomadas para su control y, en su caso, remediación, en los términos de la regulación correspondiente; […] Artículo 95.- La industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria. Con el fin de promover el desarrollo sustentable de las actividades que se realizan en los términos de esta Ley, en todo momento deberán seguirse criterios que fomenten la protección, la restauración y la conservación de los ecosistemas, además de cumplir estrictamente con las leyes, reglamentos y demás normativa aplicable en materia de medio ambiente, recursos naturales, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, así como de pesca. Artículo 119.- Previo al otorgamiento de una Asignación, o de la publicación de una convocatoria para la licitación de un Contrato para la Exploración y Extracción, la Secretaría de Energía, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y demás dependencias y entidades competentes, realizará un estudio de impacto social respecto del área objeto de la Asignación o el Contrato. […]	presentó la EvIS ante la SENER el 28 de agosto de 2018 y se otorgó una resolución positiva el 16 de noviembre de 2018. La EvIS contiene la identificación, caracterización, predicción y evaluación de los impactos locales que podrían derivarse de las actividades del Proyecto, incluidas las medidas de mitigación, las cuales cumplen con los requisitos de la Ley de Hidrocarburos. Una copia de la resolución de la EvIS se incluye en el Anexo 8.2.9. Los principales hallazgos de la EvIS se incluyen y describen en los **Capítulos 4**, **5**, y **6** de este documento, y el Plan de Vinculación con los Actores de Interés (PVAI) se incluye como parte del PVA descrito en el **Capítulo 7**. Shell ha elaborado una MIA-R (el presente documento) y un ERA para establecer procedimientos que cumplan con los requisitos del artículo 95. Las medidas de prevención y mitigación se describen en el **Capítulo 6**. En el caso improbable de que se considere necesaria la reparación de daños, Shell trabajará con las autoridades competentes para resolverlo.

	Artículo 121.- Los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de Hidrocarburos, así como los Asignatarios y Contratistas, deberán presentar a la Secretaría de Energía una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social correspondientes, en los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La Secretaría de Energía emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan, en el plazo y los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La resolución señalada en el párrafo anterior deberá ser presentada por los Asignatarios, Contratistas, Permisionarios o Autorizados para efectos de la autorización de impacto ambiental. Artículo 130.- Los Asignatarios, Contratistas, Autorizados y Permisionarios ejecutarán las acciones de prevención y de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que ocasionen con sus actividades y estarán obligados a sufragar los costos inherentes a dicha reparación, cuando sean declarados responsables por resolución de la autoridad competente, en términos de las disposiciones aplicables.	En el caso de un accidente, evento o contingencia mencionados en el artículo 47, fracción X, Shell ejecutará su PRE y PRD, y presentará un reporte a las autoridades correspondientes dentro de los periodos de tiempo establecidos.
Reglamento de la Ley de Hidrocarburos (R LH)	Artículo 78.- La Secretaría realizará, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, el estudio de impacto social a que hace referencia el artículo 119 de la Ley. No podrá otorgarse una Asignación o publicarse una convocatoria para la licitación de un Contrato para la Exploración y Extracción sin que se cuente con el estudio referido. El estudio de impacto social contendrá, sobre las Áreas de Asignación o Áreas Contractuales, al menos lo siguiente: I. La caracterización sociodemográfica de las áreas y las regiones donde se ubican; II. La identificación de grupos en situación de vulnerabilidad; III. La descripción del estatus que guardan los terrenos donde se llevará a cabo el proyecto, y IV. La estimación preliminar de los impactos sociales.	Aplica lo arriba citado.
Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Ley ASEA)	Esta Ley crea a la ASEA como un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT cuyo objeto es la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa durante el ciclo de vida de las instalaciones, su abandono y desmovilización y el manejo efectivo de emisiones y residuos. Un Sistema de Administración es definido por esta ley como conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyo propósito es la prevención, control y mejora del desempeño de una instalación o conjunto de ellas, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente en el Sector.	Shell cuenta con un Sistema de Administración ya establecido, el cual se implementará en México. Existe un equipo establecido de Salud, Seguridad y Medio Ambiente (*Health, Safety and Environment*, HSE por sus siglas en inglés) que es responsable de implementar el SASISOPA en México,

	Artículo 12.- La Agencia establecerá las normas de carácter general para que los Regulados implementen Sistemas de Administración en las actividades que lleven a cabo. Los Sistemas de Administración a los que alude el párrafo anterior deberán prever los estándares, funciones, responsabilidades y encargados de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente. Artículo 13.- Los Sistemas de Administración deben considerar todo el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo su abandono y desmovilización, de conformidad con lo que prevean las reglas de carácter general correspondientes y considerar como mínimo lo siguiente: […] Artículo 14.- Los Regulados deberán establecer en los contratos, o en cualquier otro acuerdo de voluntades que celebren, la obligación de sus contratistas de apegarse a un Sistema de Administración que cumpla con los requisitos establecidos por la Agencia, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, cuando la ejecución de los mismos implique riesgos para la población, medio ambiente o las instalaciones. Artículo 16.- Los Regulados deberán contar con un área responsable de la implementación, evaluación y mejora del Sistema de Administración. Artículo 17.- El área a que se refiere el artículo anterior será responsable de: […] II. Proponer la adopción de medidas para aplicar las mejores prácticas internacionales en la realización de actividades del Sector; III. Dar aviso a la Agencia de cualquier Riesgo o Riesgo Crítico que pueda comprometer la Seguridad Industrial, la Seguridad Operativa o el medio ambiente; IV. Coordinar los trabajos internos para subsanar las irregularidades o incumplimientos de la normatividad externa e interna aplicable; V. Presentar anualmente a la Agencia un informe del cumplimiento de las obligaciones a su cargo, en la forma y términos que ella misma establezca mediante reglas de carácter general, y […]	cumpliendo con lo establecido en el artículo 17. Shell se asegurará de que sus contratistas se alineen al Sistema de Administración de HSE de Shell. Shell, a través de su equipo de administración de HSE, presentará a la ASEA un reporte anual de cumplimiento.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	Artículo 9. Se consideran Establecimientos sujetos a reporte de competencia federal los siguientes: I. Los señalados en el segundo párrafo del artículo 111 Bis de la Ley, incluyendo a aquéllos que realizan Actividades del Sector Hidrocarburos; II. Los generadores de residuos peligrosos en términos de las disposiciones aplicables, y III. Aquéllos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.	Shell presentará su COA anualmente, y contendrá información sobre los procesos de producción de las instalaciones, las emisiones, el uso del agua, las aguas residuales, los residuos peligrosos y las actividades de

(Reglamento RETC)	Artículo 10. Para actualizar la base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente. La información a que se refiere el párrafo anterior se proporcionará a través de la Cédula, la cual contendrá la siguiente información: […]	prevención de la contaminación.
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	Shell o su(s) contratista(s) presentará(n) su reporte correspondiente por medio de la COA. Se presenta mayor información en la celda siguiente.
Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (R-LGCC)	Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Cambio en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones. Artículo 2.- Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: […] VIII. Fuente Móvil de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero: Aquella maquinaria o equipo que sin constituir una instalación con ubicación física permanente genera Gases o Compuestos de Efecto Invernadero por la operación de motores de combustión interna. En esta definición se incluye todo tipo de vehículos o maquinaria, no adherida a instalaciones fijas, que operen con motores de combustión; […] Artículo 4.- Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: I. Sector energía b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos: b3. Perforación de pozos petroleros y de gas Artículo 5.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son: I. Bióxido de carbono; II. Metano; III. Óxido nitroso; IV. Carbono negro u hollín; V. Clorofluorocarbonos;	Shell o su(s) contratista(s) presentará(n) estimaciones (derivadas de la Calculadora de Emisiones del Registro Nacional de Emisiones de la SEMARNAT) de emisiones atmosféricas en la COA en caso que las emisiones anuales directas e indirectas de CO_2 equivalente excedan 25,000 toneladas métricas (Ver **Capítulo 2** para las emisiones estimadas).

	VI. Hidroclorofluorocarbonos; VII. Hidrofluorocarbonos; VIII. Perfluorocarbonos; IX. Hexafluoruro de azufre; X. Trifluoruro de nitrógeno; XI. Éteres halogenados; XII. Halocarbonos; XIII. Mezclas de los anteriores, y XIV. Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación. […] Artículo 6.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte. […] Artículo 7.- Las metodologías y procedimientos que, conforme al artículo 87, fracción III de la Ley, aplicarán los Establecimientos Sujetos a Reporte para la medición, cálculo, o estimación de sus Emisiones Directas e Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, se basarán en la aplicación de metodologías de: […] Artículo 8.- La Secretaría, mediante Acuerdos que publique en el Diario Oficial de la Federación, podrá: I. Señalar las particularidades técnicas y las fórmulas correspondientes para la aplicación de metodologías para la medición, cálculo o estimación de Emisiones de alguna actividad específica; II. Determinar los factores de Emisión específicos para el cálculo o estimación de Emisiones del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero; III. Establecer el Potencial de Calentamiento Global que se deberá considerar en el cálculo de las Emisiones equivalentes para aquellos Gases o Compuestos de Efecto Invernadero distintos al bióxido de carbono, y IV. Identificar los Establecimientos Sujetos a Reporte que deban utilizar métodos de medición directa, en aquellos casos en los que no sea técnicamente posible aplicar las metodologías previstas en el artículo 7 del presente Reglamento o que, siendo	

	técnicamente posible su aplicación, no pueda precisarse el contenido de carbono de los materiales o sustancias utilizadas como combustibles. Artículo 9.- Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; […] III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; […] V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales; VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas, así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación.	
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAAH)	Artículo 28 TER.- Las disposiciones sobre preservación e investigación en materia de monumentos y zonas de monumentos arqueológicos e históricos serán aplicables a los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico o arqueológico, localizados en la zona marina de los Estados Unidos Mexicanos, que hayan estado bajo el agua parcial o totalmente, de forma periódica o continua, tales como: los sitios, estructuras, edificios, objetos y restos humanos, junto con su contexto arqueológico y natural; los buques, aeronaves, otros medios de transporte o cualquier parte de ellos. Su cargamento u otro contenido, junto con su contexto arqueológico y natural; y los objetos de carácter prehistórico.	Como se menciona en el **Capítulo 4**, no hay registro de naufragios u otro tipo de arqueología submarina en el Área Contractual. Shell se asegurará de que se notifique al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en caso de que se identifiquen naufragios u otros objetos de la misma naturaleza en el Área Contractual durante las actividades de exploración.
Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE)	Artículo 37.- Es facultad exclusiva del Presidente de la República autorizar el establecimiento de fábricas y comercios de armas. El control y vigilancia de las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y substancias químicas, será hecho por la Secretaría de la Defensa Nacional.	Como se mencionó en el **Capítulo 2**, el Proyecto podría utilizar pequeñas cantidades de explosivos durante la perforación exploratoria. Shell

	Los permisos específicos que se requieran en estas actividades serán otorgados por la Secretaría de la Defensa Nacional con conocimiento de la Secretaría de Gobernación y sin perjuicio de las atribuciones que competan a otras autoridades. […]	o su(s) contratista(s) obtendrá(n) todos los permisos necesarios emitidos por la Secretaría de Defensa Nacional (SEDENA) para el uso de material explosivo durante las obras y actividades del Proyecto.

Fuente: AECOM 2021

3.2 Normas Oficiales Mexicanas

La **Tabla 3-2** describe la vinculación entre las NOM aplicables y el Proyecto. Esta vinculación incluye Normas relacionadas a la protección del agua, aire y vida silvestre.

Tabla 3-2. Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el Proyecto

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Manejo Ambiental		
NOM-149-SEMARNAT-2006	Establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas. 5.1.1 El responsable de las actividades de perforación de pozos petroleros marinos debe obtener la autorización en materia de impacto ambiental, que debe solicitarse en la modalidad de Informe Preventivo, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y conforme al campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana. 5.2.1 El responsable debe dar instrucciones a su personal para que, durante las actividades de perforación o mantenimiento de pozos, no realice actividades de pesca comercial o afecte las especies de flora y fauna acuáticas que habiten en el área del proyecto o de sus instalaciones, así como informarle sobre el manejo de residuos. 5.2.3 Los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar. 5.2.4 Los residuos domésticos deberán clasificarse y trasladarse a tierra en contenedores, atendiendo a lo dispuesto en el artículo 18 de la LGPGIR. 5.2.5 Para la eliminación de los residuos alimenticios, éstos podrán arrojarse al mar desde las plataformas o embarcaciones, previo paso por trituradores y que las partículas tengan tamaño máximo de 25 mm (veinticinco milímetros). 5.2.6 Para el manejo de las aguas residuales se debe contar con plantas de tratamiento, a las cuales se les debe dar mantenimiento preventivo. Las descargas de aguas residuales deben cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 o con las condiciones particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua. 5.2.7 Los lodos resultantes de la planta de tratamiento de aguas no se verterán al mar, éstos serán manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. 5.2.8 Se debe destinar un área para los contenedores con los residuos generados en las plataformas de perforación marina durante las actividades de perforación y mantenimiento de pozos petroleros. La capacidad de captación instalada debe ser suficiente para los residuos conforme se generen.	Las actividades de perforación, mantenimiento, taponamiento y desmovilización del Proyecto cumplirán con las especificaciones de protección ambiental establecidas en esta NOM. Esto incluye una MIA-R autorizada. Shell vigilará que durante el Proyecto no se realicen actividades de pesca comercial, ni que se afecten las especies de flora y fauna acuáticas en el área del Proyecto. El Proyecto utilizará WBDF y NADF, este último corresponde al Grupo III (olefinas internas, base sintética) de acuerdo con la definición de la IOGP. Los fluidos base sintéticas (ej. NEOFLO™1-58, Encore®, BaraXcel-4™ y BaraXcel-5™) del Grupo III no son fluidos base aceite. Los fluidos base aceite (*Oil Based Muds*, OBM) son los fluidos que corresponden al Grupo I, que el Proyecto no utilizará. Por otro lado, tal como se describe en el **Capítulo 2** (**Sección 2.2.5.2.3.3**) los recortes de perforación impregnados con fluido de perforación sintético del Grupo III pasan por un acondicionamiento, obteniendo como resultado SPS. El Proyecto verterá SPS siempre y cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF, y previo a la obtención del permiso de vertimiento de la SEMAR.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	5.2.11 El transporte marítimo de los recortes de perforación será en los mismos contenedores en los que fueron colectados. Los contenedores deben estar cerrados para prevenir derrames durante su manejo y su diseño deber ser de tal manera que puedan soportar caídas o golpes sin que presenten daños en su estructura. 5.2.12 Los contenedores identificarán el tipo de residuo recolectado y no se llenarán a más de 90% de su capacidad, a fin de evitar la contaminación por derrames. 5.2.13 Los embalajes o envases que contengan materiales peligrosos deben protegerse de la intemperie o agua de mar, de conformidad a la normatividad vigente. 5.3.1 Las áreas donde operen y se realice el mantenimiento a los motores de combustión interna y equipo electromecánico, debe contar con charolas de contención y/o dispositivos de captación y recuperación para evitar derrames de aceites o desengrasantes que contaminen el mar. 5.4.1 El proceso de abandono de un pozo petrolero marino debe contemplar el taponamiento del pozo y, en su caso, el retiro de la infraestructura de perforación del sitio. 5.4.2 Las acciones de taponamiento se deben efectuar conforme al Reglamento de Trabajos Petroleros y deben realizarse al término de la vida útil de un pozo; suspensión temporal de actividades del mismo, y cuando el pozo no puede ser explotado ni empleado para otros fines.	Por lo tanto, el Proyecto verterá SPS y no lodos base aceite ni recortes de perforación impregnado con los mismos, y en este sentido no contraviene el punto 5.2.3 de la NOM. De acuerdo con esta NOM, el **Capítulo 6** describe medidas y controles específicos que se implementarán para proteger el medio ambiente durante la ejecución del Proyecto. Esto incluye especificaciones para el embalaje adecuado de materiales peligrosos, manejo de residuos, tratamiento de aguas residuales, contención de derrames y taponamiento de pozo. Se desarrollarán los PMR para esta actividad que se describen en el **Capítulo 7**. El cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-1996 con relación a aguas costeras, se describe en una fila separada dentro de esta tabla.
NOM-165-SEMARNAT-2013	Establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.	Las sustancias y emisiones generadas por el Proyecto serán reportadas en la COA correspondiente.
Vida Silvestre		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Identifica las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre en riesgo a través de la integración de listas y establece los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para especies o poblaciones, a través de un método para determinar su riesgo de extinción.	No se permitirá la pesca, extracción o uso de especies en riesgo durante la ejecución del Proyecto. El **Capítulo 6** detalla las medidas que implementará el Proyecto para proteger la vida silvestre y las especies protegidas o en peligro de extinción. El **Capítulo 7** describe un Plan de Manejo de Mamíferos Marinos y Tortugas Respecto al PSV (PMMMT PSV).
NOM-023-SAG/PESC-2014	Regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.	
Aire		

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores, así como los procedimientos de prueba.	Esta NOM no es aplicable a embarcaciones. Sin embargo, las embarcaciones del Proyecto buscarán alinearse con este requisito en la medida de lo posible con respecto al mantenimiento adecuado de los motores diésel. Los **Capítulos 6 y 7** incluyen medidas para minimizar las emisiones de los motores diésel.
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005	Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. Establece las especificaciones ambientales de combustibles fósiles de venta en el país en términos de gravedad específica, temperaturas de destilación, temperatura de ebullición, azufre, viscosidad, color, y otras características	Las embarcaciones del Proyecto utilizarán combustible que cumpla con los requerimientos y límites de contenido de azufre (500 ppm si está disponible en territorio mexicano) de la NOM-016-CRE-2016 y los requisitos del Anexo VI de MARPOL 73/78.
NOM-016-CRE-2016	Especificaciones de calidad de los petrolíferos. El contenido de azufre en diésel para embarcaciones marinas es de 500 ppm.	
Agua		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. • Límites para aguas y bienes nacionales: temperatura 40 °C, • Grasas y aceites: 15 mg/L (promedio mensual); 25 mg/L (promedio diario) • Sólidos sedimentables: 1 ml/L (promedio mensual); 2 ml/L (promedio diario) • Sólidos suspendidos totales: 150 mg/L (promedio mensual)); 200 mg/L (promedio diario) • Demanda bioquímica de oxígeno5: 150 mg/L (promedio mensual); 200 mg/L (promedio diario) • Arsénico: 0.1 mg/L (promedio mensual); 0.2 mg/L (promedio diario) • Cadmio: 0.1 mg/L (promedio mensual); 0.2 mg/L (promedio diario) • Cianuros: 1 mg/L (promedio mensual); 2 mg/L (promedio diario) • Cobre: 4 mg/L (promedio mensual); 6 mg/L (promedio diario) • Cromo: 0.5 mg/L (promedio mensual); 1 mg/L (promedio diario) • Mercurio: 0.01 mg/L (promedio mensual); 0.02 mg/L (promedio diario) • Níquel: 2 mg/L (promedio mensual); 4 mg/L (promedio diario) • Plomo: 0.2 mg/L (promedio mensual); 0.4 mg/L (promedio diario) • Zinc: 10 mg/L (promedio mensual); 20 mg/L (promedio diario)	La navegación de los OSV/FSV dentro de las aguas costeras (es decir, 12 mn dentro del mar territorial, de acuerdo con la definición de mar territorial en la Convención de 1982 de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar) cumplirá con estos límites máximos permisibles. Si el buque de perforación llegara a entrar a aguas costeras, cumplirá con lo antes mencionado. Los OSV/FSV y el buque de perforación del Proyecto en el Área Contractual, que se encuentren más allá de las aguas costeras, buscará descargar las aguas residuales de acuerdo con las regulaciones de MARPOL 73/78 y cumplirán con todas las especificaciones establecidas en los permisos de descarga de aguas residuales de CONAGUA.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras	Las plantas de purificación de agua y de tratamiento de agua residual a bordo del buque de perforación del Proyecto cumplirán

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana. Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen dichos lodos y biosólidos.	con las especificaciones previstas en esta NOM. El buque de perforación del Proyecto tratará y descargará aguas residuales de acuerdo con las regulaciones de MARPOL 73/78, y cumplirá con las especificaciones establecidas en el permiso de descarga de aguas residuales de CONAGUA. Ver el POMD en el **Capítulo 7**.
Sustancias Químicas y Residuos		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos que son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos para el medio ambiente, inflamables o biológico-infecciosos se consideran peligrosos. Los residuos listados para el sector hidrocarburos generalmente se refieren a la producción y refinación. Los residuos peligrosos que se podrían esperar de la perforación exploratoria son los lodos del fondo del tanque y agua acumulada. Otros residuos, como recortes de perforación impregnados con NABF, podrían en algunos casos ser residuos peligrosos (contaminados) o residuos de manejo especial, dependiendo de sus características. Todos los residuos generados serán manejados de acuerdo con las NOM aplicables y MARPOL 73/78 desde su generación, almacenamiento y hasta su disposición final. La gestión se llevará a cabo siguiendo los PMR como se describe en el **Capítulo 7**, cumpliendo con los ordenamientos jurídicos aplicables, así como con la legislación internacional aplicable presentada en la **Tabla 3-4**. Esto incluye especificaciones para pruebas de toxicidad, determinación de incompatibilidad y clasificación y manejo de ciertos tipos de residuos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba y extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.	
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo.	

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-001-ASEA-2019	Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	Todos los residuos peligrosos y de manejo especial se gestionarán de acuerdo con las especificaciones de esta NOM, así como los requisitos establecidos en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos, y su transporte y disposición final se realizará con un proveedor de servicios debidamente autorizado por la SEMARNAT y/o la ASEA.
NOM-003-SCT/2008	Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.	Todas las sustancias, materiales y residuos peligrosos serán etiquetados y gestionados de acuerdo con estas NOM, así como con los estándares previstos en MARPOL 73/78.
NOM-004-SCT/2008	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos.	
NOM-010-SCT2/2009	Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos.	
NOM-011-SCT2/2012	Condiciones para el transporte de las substancias y materiales peligrosos envasadas y/o embaladas en cantidades limitadas.	
NOM-012-SCT-2-2014	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.	Las operaciones del Proyecto cumplirán con los límites máximos de peso y dimensión establecidos en esta NOM y cumplirán con las reglas y rutas de tránsito de la autoridad portuaria.
NOM-019-SCT2/2015	Especificaciones técnicas y disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de substancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.	Los residuos peligrosos cumplirán con las disposiciones jurídicas aplicables mexicanas y MARPOL 73/78. Shell llevará a cabo actividades para asegurar que los contratistas de servicios de residuos cumplan con la legislación aplicable como parte del proceso de contratación.
NOM-023-SCT2/2011	Información que debe contener la Placa Técnica que deben portar los autotanques, cisternas portátiles y Recipientes Metálicos Intermedios a Granel (RIG) que transportan substancias, materiales y residuos peligrosos.	
NOM-023-SCT4-1995	Condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro.	Todas las sustancias, materiales, residuos y mercancías peligrosas se administrarán

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
NOM-028-SCT2/2010	Disposiciones especiales y generales para el transporte de las substancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables.	siguiendo estas normas, MARPOL 73/78, y las normas de salud y seguridad relacionadas.
NOM-035-SCT4-1999	Equipo de protección personal y de seguridad para la atención de incendios, accidentes e incidentes que involucren mercancías peligrosas en embarcaciones y artefactos navales.	
NMX-R-019-SCFI-2011	Sistema armonizado de clasificación y comunicación de peligros de los productos químicos.	
Salud y Seguridad		
NOM-005-STPS-1998	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	El manejo de sustancias químicas peligrosas se llevará a cabo de acuerdo con el Plan de Manejo de Sustancias Químicas (PMSQ) y los PMR respectivos, descritos en el **Capítulo 7**, en cumplimiento con la legislación nacional y la legislación internacional aplicable definida en la **Tabla 3-4**. Esto incluye especificaciones para: • Mantener un inventario de sustancias peligrosas; • Llevar a cabo evaluaciones de riesgo; • Procedimientos para el manejo, transporte y almacenamiento de productos químicos; • Equipo de seguridad (por ejemplo, duchas, estaciones de lavado de ojos, kits de respuesta a derrames, etc.); y, • Vigilancia médica.
NOM-028-STPS-2012	Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	El 8 de octubre del 2018, Shell recibió su Registro de la Conformación del Sistema de Administración y su Clave Única de Registro de Regulado (CURR). Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. Este Programa incluye las actividades que se llevarán a cabo para implementar cada uno de los elementos que componen el Sistema

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		de Administración, tales como: preparación y respuesta a emergencias, investigación de incidentes y accidentes, identificación de peligros y análisis de riesgos, la integridad mecánica y aseguramiento de calidad, el desarrollo de una política de seguridad, entre otros.

Fuente: AECOM 2021

3.3 Disposiciones Administrativas

La **Tabla 3-3** más adelante presenta la vinculación entre las Disposiciones Administrativas aplicables y el Proyecto.

Tabla 3-3. Disposiciones administrativas y su vinculación con el Proyecto

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para Informar la Ocurrencia de Incidentes y Accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	Los presentes lineamientos tienen por objeto definir y establecer los mecanismos mediante los cuales los Regulados deberán informar a la Agencia la ocurrencia de incidentes y accidentes vinculados con las actividades del Sector Hidrocarburos. Artículo 8.- Los Regulados deberán informar a la Agencia la ocurrencia de los Eventos, cuando: I. Deriven o se vinculen con las actividades que desarrolla el Regulado en el Sector Hidrocarburos; II. Se generen por fenómenos naturales que afecten al medio ambiente o a las operaciones de las Instalaciones del Regulado, o III. Se deriven de amenazas y/o actos provocados por la Población. Artículo 9.- Los Regulados deberán contar con los procedimientos y mecanismos para informar a la Agencia sobre los Eventos en los que estén involucrados y dar seguimiento a su evolución hasta la conclusión del Evento. Para efecto de lo previsto en el párrafo anterior, los Regulados deberán designar al responsable de informar a la Agencia la ocurrencia de los Eventos y fungir como enlace para el seguimiento y atención de las obligaciones previstas en los presentes lineamientos.	Se seguirán los Procedimientos de Notificación de Incidentes de Shell contenidos en el Programa de Implementación del SASISOPA como se describe en el **Capítulo 7**, asegurando la notificación inmediata de un incidente ambiental (como un derrame) a la SEMAR y a la ASEA. El 8 de octubre de 2018, Shell recibió su Registro de la Conformación del Sistema de Administración y su CURR. Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. Este Programa incluye las actividades que se llevarán a cabo para implementar cada uno de los elementos que componen el Sistema de Administración, tales como: preparación y respuesta a emergencias, investigación de incidentes y accidentes, identificación de peligros y análisis de riesgos, la integridad mecánica y aseguramiento de calidad, el desarrollo de una política de seguridad, entre otros.
Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Elaboración de	Artículo 1.- Los presentes lineamientos tienen por objeto definir y establecer las medidas técnicas que los Regulados deberán incluir en la formulación de los protocolos para hacer frente a las emergencias o situaciones de riesgo crítico con motivo del desarrollo de las actividades del Sector Hidrocarburos; considerando los escenarios determinados en su análisis de riesgo, así como aquellos que se presenten por motivo de factores externos (fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológicos, sanitarios y socio-organizativos), los cuales	Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye en su Programa de Implementación el PRE siguiendo los requisitos establecidos en los artículos 7, 8 y 9. Como parte de dichos requisitos, Shell preparó los Planes de Atención a Emergencias Interno y

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
los Protocolos de Respuesta a Emergencias en las Actividades del Sector Hidrocarburos.	poseen el potencial de ocasionar un daño grave a las personas, las instalaciones y al medio ambiente. Artículo 7.- Para la elaboración del PRE los Regulados deberán tomar como insumo principal los Escenarios de Riesgo identificados en su Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH) de conformidad con la etapa en la que se encuentre el proyecto, y con ello seleccionar los escenarios de emergencia y establecer las acciones correspondientes para la atención de los mismos, considerando en éstas a las personas con necesidades especiales que pudiesen estar dentro de sus instalaciones. Así mismo, se deberán identificar aquellos escenarios que se puedan presentar por factores externos que incidan en la Instalación, tales como: I. Fenómenos de tipo geológico: Terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, derrumbes, entre otros; II. Fenómenos de tipo hidrometeorológico: Ciclones tropicales, tormentas tropicales, depresiones tropicales, ondas tropicales, inundaciones pluviales, inundaciones fluviales, marea de tormenta, tormenta de nieve, tormenta de granizo, tormenta eléctrica, sequías, erosión pluvial, mangas de agua, ondas cálidas y heladas, entre otros; III. Fenómenos sanitarios: Vectores de transmisión de patógenos y parásitos al personal; así como la presencia de plagas que puedan traer como consecuencia una disminución en la capacidad de operación y por consiguiente la ocurrencia de un Evento en la Instalación; IV. Fenómenos socio-organizativos y sus principales manifestaciones: Concentración masiva de población, demostraciones de inconformidad social, terrorismo, sabotaje, vandalismo, actos en contra de la seguridad del transporte aéreo, marítimo o terrestre, interrupción o afectación de servicios básicos o de infraestructura estratégica, entre otros; y V. Siniestros externos de incidencia directa o indirecta a la Instalación: Choque de vehículo con la Instalación, choque entre vehículos, choque entre instalaciones móviles, hundimiento de Instalación, choque de carro tanque, entre otros. Artículo 8.- El PRE deberá contener como mínimo las siguientes secciones: I. Información General; II. Plan de Atención de Emergencias Interno (PAEI); III. Plan de Atención de Emergencias Externo (PAEE);	Externo, los programas de capacitación, entrenamiento, simulacros y mantenimiento de equipos de Emergencia, el plan de acción de atención a recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (el ERA que se presenta junto con esta MIA-R), y las listas de verificación de acciones para la atención de la Emergencia.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	IV. Programas de capacitación, entrenamiento, simulacros y mantenimiento de equipos de Emergencia; V. Plan de acción de atención a recomendaciones derivadas del ARSH; VI. Listas de verificación de acciones para la atención de la Emergencia; y VII. Simulacros. […] Artículo 17.- Los Regulados deberán presentar ante la Agencia de manera electrónica o presencial el PRE, junto con la solicitud para la autorización de su Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, de conformidad con los presentes lineamientos y anexando el Formato FF-ASEA-036 "Ingreso del Protocolo de Respuesta a Emergencias". Artículo 18.- El PRE se actualizará cuando se presente alguno de los siguientes supuestos: I. Cada 5 años; II. Modificaciones al diseño y/o tecnología del proceso o cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en las diferentes Etapas de Desarrollo del proyecto; III. Accidentes (Eventos Tipo 3 o 2); o IV. Durante algún Simulacro donde se haya detectado alguna falla o mejora de los elementos evaluados.	
Acuerdo mediante el cual se modifican, adicionan y derogan diversos artículos de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad	Artículo 6.- Los Regulados deberán observar las mejores prácticas y estándares internacionales para las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Para tal efecto, será obligatorio para los Regulados la observancia de los estándares incluidos en el Anexo I de los presentes Lineamientos. Los Regulados podrán utilizar prácticas operativas o estándares equivalentes o superiores a los mencionados en el Anexo I, siempre y cuando realicen una justificación técnica pormenorizada que demuestre que las prácticas operativas y estándares propuestos son equivalentes o superiores a los incluidos en el Anexo I. La justificación técnica pormenorizada deberá ser incluida en el Dictamen Técnico emitido por un Tercero Autorizado sobre la ingeniería de detalle de un pozo exploratorio, pozo modelo, pozos en aguas profundas y ultraprofundas; o en su caso deberá ser manifestada en la Declaratoria bajo protesta de decir verdad firmada por el representante legal del Regulado sobre la ingeniería de	El 8 de octubre de 2018, Shell recibió su Registro de la Conformación del Sistema de Administración y su CURR. Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. Este Programa incluye las actividades que se llevarán a cabo para implementar cada uno de los elementos que componen el Sistema de Administración, tales como: preparación y respuesta a emergencias, investigación de incidentes y accidentes, identificación

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos	detalle de pozos que siguen el mismo modelo de diseño de un pozo modelo, pozos de desarrollo en aguas someras, pozos de desarrollo en áreas terrestres, pozos para almacenamiento de hidrocarburos e Inyectores perforados de manera específica para coadyuvar en la producción de hidrocarburos. Artículo 9.- La cultura de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, deberá fomentarse por los Regulados, tomando en cuenta los siguientes principios: [...] III. Alcanzar a través de la mejora continua, con la finalidad de reducir Riesgos, proteger la vida, el medio ambiente y las Instalaciones; [...] Artículo 10.- Los Regulados deberán realizar el Análisis de Riesgo, de acuerdo con lo establecido en las mejores prácticas nacionales e internacionales y la demás normatividad aplicable que para tal efecto emita la Agencia. […] Artículo 25.- Los Regulados deberán efectuar la revisión de seguridad de pre-arranque, previo al inicio de operación de las Instalaciones que se utilicen en las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Los Regulados deberán cumplir con las observaciones y recomendaciones que se deriven de la revisión. Artículo 27. Los Regulados deberán presentar a la Agencia en forma física o electrónica, para actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, en la modalidad de adquisición de datos de campo, la información siguiente: I. El Aviso de Inicio de actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, al menos cinco días hábiles antes de iniciar sus operaciones, de conformidad con el formato FF-ASEA-038; incluyendo lo siguiente: […] II. El Aviso de Conclusión de actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, dentro de los quince días hábiles posteriores a la conclusión de la adquisición de datos en campo, de conformidad con el formato FF-ASEA-039; incluyendo lo siguiente: […] Artículo 57.- Los Regulados deberán seleccionar el sitio para la realización de las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos tomando en cuenta los resultados obtenidos en el Análisis de Riesgo, así como los resolutivos en materia de impacto ambiental.	de peligros y análisis de riesgos, la integridad mecánica y aseguramiento de calidad, el desarrollo de una política de seguridad, entre otros. Shell seguirá la ejecución del Programa de Implementación del SASISOPA y demostrará que se aplican las mejores prácticas y estándares internacionales requeridos en virtud del artículo 6, que los riesgos se evalúan y gestionan según lo requieren los artículos 7 y 10, que el rendimiento se mejora de manera continua según lo exige el artículo 9, y que las notificaciones se presenten debidamente ante la ASEA. Shell realizará el Análisis de Riesgo para las actividades del Proyecto considerando las mejores prácticas y estándares internacionales, y demás normatividad aplicable tal como 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 (ver más abajo), los requisitos previstos en los artículos 10, 11 y 12 para las actividades de reconocimiento, exploración superficial, exploración y extracción de hidrocarburos, así como los criterios previstos en el artículo 13. Asimismo, conservará la información documental en sitio sobre los impactos ambientales y riesgos a la seguridad (artículo 14).

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Artículo 58.- En la selección del sitio de Perforación, los Regulados deberán considerar las Áreas Ambientalmente Sensibles que pudieran ser afectadas, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el Análisis de Riesgo, así como los resolutivos en materia de impacto ambiental. Artículo 61.- Los Regulados deberán mantener disponible para cuando sea requerido por la Agencia, los planes de diseño, fabricación, montaje, uso, mantenimiento, inspección y verificación de las MODU que utilizarán en la Perforación o Reparación Mayor de Pozos, y deberán acompañarse de la siguiente información: […] Artículo 66.- Los Regulados deberán verificar la Integridad Mecánica de sus Instalaciones en la construcción, operación y mantenimiento, utilizadas para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Artículo 104.- Los Regulados deberán identificar y conservar información sobre la composición y propiedades de los fluidos de Perforación y sobre el sistema de manejo de fluidos empleado en las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos, y presentarlo a la Agencia cuando ésta así lo requiera. […] Artículo 105.- Los Regulados deberán conducir pruebas de funcionamiento del sistema de manejo de los fluidos de Perforación cada vez que la operación lo requiera, y conservar el registro de los resultados para ser presentados a la Agencia cuando ésta los solicite. Cualquier acción correctiva identificada durante las pruebas deberá implementarse antes de continuar la Perforación. Artículo 106.- Los Regulados deberán clasificar las áreas de manejo de los fluidos de Perforación de conformidad con las mejores prácticas, como el IEC 60079 o un estándar equivalente o superior. Dichas áreas deberán estar provistas con los siguientes equipos: [...] Artículo 107.- En casos de Emergencias costa afuera que impliquen derrames de Hidrocarburos, los Regulados deberán cumplir con lo establecido en el Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Substancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en Zonas Marinas Mexicanas, o aquél que lo modifique o substituya, emitido por la Secretaría de Marina. Artículo 108.- En casos de Emergencias costa afuera donde se autorice el uso de dispersantes químicos, los Regulados deberán documentar el manejo y las	Previo al inicio de las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Shell presentará el Aviso de Inicio de actividades a la ASEA, con la información a que se refieren los artículos 27 y 169 de las Disposiciones. De igual forma, Shell presentará el Aviso de Conclusión de actividades, con la información a que se refieren los artículos 27 y 169 Bis de las Disposiciones. En su caso, otros avisos previstos en las Disposiciones serán presentados. Shell mantendrá disponibles los planes para el diseño, fabricación, montaje, uso, mantenimiento, inspección y verificación del buque de perforación que se utilizará en la perforación del pozo. Shell observará las disposiciones de los artículos 62 a 65 con respecto al diseño, fabricación, montaje, uso, mantenimiento, inspección y verificación del buque de perforación, que se utilizará en la perforación del pozo. Shell observará las disposiciones establecidas en los artículos 66 a 78 con respecto al diseño, construcción, puesta en marcha y mantenimiento de las instalaciones del Proyecto, utilizadas para la exploración y extracción de hidrocarburos, así como la perforación y terminación del pozo planificado en artículos posteriores de estas Disposiciones. Shell mantendrá y tendrá disponible para supervisión por parte de la ASEA,

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	condiciones bajo las cuales fueron utilizados y presentar esta información a la Agencia cuando ésta la requiera. Artículo 128. Para las operaciones de Estimulación del Yacimiento, los Regulados deberán mantener disponible en sitio, para cuando sea requerida por la Agencia, la información siguiente: [...] Artículo 144.- Previo al inicio de Taponamiento temporal o definitivo de Pozos, los Regulados deberán mantener disponible en sitio para cuando sea requerida por la Agencia, la siguiente información: [...] Artículo 169.- Los Regulados deberán presentar en forma física o electrónica el Aviso de Inicio, de conformidad con el formato FF-ASEA-038 y conforme a los presentes Lineamientos, para las siguientes actividades y operaciones: I. Reconocimiento y Exploración Superficial; II. Construcción del Pozo; III. Producción del Pozo; IV. Reparación Mayor; V. Instalación de Plataforma Fija, y VI. Instalación de las Líneas de Descarga.	la evidencia y la información documental de cumplimiento de estas Disposiciones, durante el término del Contrato del Proyecto, incluidas sus extensiones o periodos adicionales, y durante los cinco años subsiguientes posteriores a la terminación final del Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos (artículo 176).
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	Artículo 1.- Los presentes lineamientos tienen por objeto establecer los requisitos mínimos para la conformación, operación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente de los Regulados a los que se refiere el Capítulo III de la Ley. Artículo 2.- Los presentes lineamientos son de observancia general para los Regulados que realicen las siguientes actividades del Sector Hidrocarburos: I. La exploración y extracción de hidrocarburos; [...] Artículo 7.- Los Regulados deberán contar con un Sistema de Administración con el propósito de prevenir y controlar los riesgos, así como mejorar el desempeño de su Proyecto, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de protección al medio ambiente en el Sector Hidrocarburos.	El 8 de octubre de 2018, Shell recibió su Registro de la Conformación del Sistema de Administración y su CURR. Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. Este Programa incluye las actividades que se llevarán a cabo para implementar cada uno de los elementos que componen el Sistema de Administración, tales como: preparación y respuesta a emergencias, investigación de incidentes y accidentes, identificación de peligros y análisis de riesgos, la

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Medio Ambiente Aplicables a las Actividades del Sector Hidrocarburos que se indican	Antes de iniciar cualquier actividad de la etapa de construcción, los Regulados deberán contar con el Registro de la Conformación del Sistema de Administración y la CURR correspondiente. Artículo 8.- Para el Registro de la Conformación del Sistema de Administración, los interesados deberán presentar a la Agencia la siguiente documentación e información: [...] Artículo 15.- Los Regulados deberán obtener la autorización para implementar en su Proyecto, el Sistema de Administración previamente registrado. **I.** Para las actividades establecidas en el artículo 2 fracción I de las presentes Disposiciones […] Artículo 17.- Para obtener la Autorización del Sistema de Administración a implementar en el proyecto, el Regulado deberá presentar a la Agencia la siguiente documentación e información: [...] Artículo 27.- A partir de que surta efectos la Autorización del Sistema de Administración, el Regulado quedará obligado a la Implementación de todos los elementos que lo integran, con base en el Programa de Implementación presentado a la Agencia, así como a entregar los documentos a los que se refiere el Apartado B del Anexo IV de los presentes Lineamientos, en los tiempos señalados en dicho programa. Artículo 28.- Los Regulados deberán cumplir y operar de manera permanente, durante todas las Etapas de Desarrollo del Proyecto, incluyendo el cierre, desmantelamiento y abandono, su Sistema de Administración autorizado y las acciones definidas en el Anexo III, de los presentes Lineamientos. Artículo 29.- Para el seguimiento del Programa de Implementación, cada seis meses, a partir de la fecha en la que se haya notificado la Autorización del Sistema de Administración y hasta la conclusión del programa, los Regulados deberán ingresar en formato libre, a través del Área de Atención al Regulado de la Agencia, informes semestrales de cumplimiento del Programa de Implementación. Dichos informes deberán ser presentados dentro de los primeros veinte días hábiles de cada periodo cumplido. Artículo 30.- El Regulado deberá realizar, al menos cada dos años a partir de que surta efectos la Autorización del Sistema de Administración, una Auditoría	integridad mecánica y aseguramiento de calidad, el desarrollo de una política de seguridad, entre otros. Shell presentará los informes semestrales de cumplimiento previstos en el artículo 29. Shell llevará a cabo, al menos cada dos años, una auditoría realizada por un auditor externo y presentará los informes respectivos, siguiendo estas Disposiciones. En el capítulo 6 de esta MIA-R, se incluyen las medidas de mitigación para reducir el impacto relacionado con las actividades de taponamiento del pozo. Se realizará una verificación visual con el ROV posterior al taponamiento del pozo. Si no se encuentra una reserva comercialmente explotable, o no hay interés en reingresar al pozo, éste se taponeará definitivamente atendiendo las medidas y condicionantes establecidas en esta MIA-R. Shell elaborará un reporte detallado de la conclusión del taponamiento de cada pozo, en el cual se registrarán todos los parámetros operativos de las actividades de taponamiento del pozo.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Externa ejecutada por un Auditor Externo conforme a las disposiciones administrativas de carácter general aplicables. En un plazo de veinte días hábiles posteriores al cierre de la Auditoría, el Regulado deberá presentar el informe de Auditoría y el plan de atención de hallazgos firmado por su representante técnico. La Agencia podrá solicitar a los Regulados acciones adicionales para el cierre de hallazgos y, en su caso, la presentación de información para su verificación. Artículo 31.- Para el seguimiento del plan de atención de hallazgos, cada seis meses, a partir de la fecha en la que haya ingresado el informe de Auditoría a la Agencia y hasta la conclusión de dicho plan, los Regulados deberán ingresar a través del Área de Atención al Regulado de la Agencia, los informes semestrales de cumplimiento del plan de atención de hallazgos que correspondan. Dichos informes deberán ser presentados dentro de los primeros veinte días hábiles de cada periodo cumplido. El cierre de cada hallazgo deberá ser verificado por un Auditor Externo y su validación quedará asentada en el informe correspondiente como parte de las actividades de la siguiente Auditoría bienal. Artículo 33.- Como parte de la operación continua del Sistema de Administración, el Regulado debe ejecutar de manera sistemática los procedimientos escritos, las herramientas informáticas, las plataformas de gestión y otros establecidos en su Sistema de Administración, en forma constante y consistente. También debe medir, evaluar, analizar, establecer resultados y acciones que le permitan mejorar su desempeño en materia Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, de manera continua y permanente. Artículo 151. Los Regulados deberán contar con procedimientos y medidas de mitigación para minimizar los Impactos ambientales para el Taponamiento de Pozos. Artículo 152. Para el Taponamiento de Pozos, los Regulados deberán cumplir, como mínimo, con lo siguiente: I. Aislar las formaciones productoras de Hidrocarburos; II. Evitar la migración de fluidos de formación dentro del Pozo; III. Verificar la profundidad del tapón de cemento, y IV. Verificar la hermeticidad del intervalo taponado mediante pruebas de presión.	

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Artículo 152 BIS. Los Regulados deberán monitorear y realizar pruebas al Pozo, posterior a realizar Taponamiento temporal, con base en lo establecido en su programa de Taponamiento. En el caso de Pozos con Taponamiento temporal en Aguas Profundas y Ultraprofundas, los Regulados deberán realizar una verificación visual de acuerdo con lo establecido en su programa de Taponamiento, adicionalmente deberán establecer la frecuencia de verificación visual con base en las recomendaciones de su Análisis de Riesgo y no podrá ser mayor a un año. Artículo 153. Los Regulados deberán realizar el Taponamiento definitivo de los Pozos que se encuentren en los siguientes supuestos: I. Pozos con Taponamiento temporal por un periodo igual a tres años y que no cuenten con un programa de monitoreo; II. Pozos que concluyeron su vida productiva y que no serán convertidos en Pozos de Disposición, y III. Pozos que ya no formarán parte de un plan de desarrollo. Artículo 154. Los Regulados deberán realizar el Taponamiento de Pozos atendiendo las medidas y condicionantes establecidas en la autorización en materia de Impacto ambiental. Artículo 154 BIS. Los Regulados deberán elaborar un reporte detallado de la conclusión del Taponamiento por cada Pozo, el cual deberán tener disponible para cuando sea requerido por la Agencia. El reporte deberá de incluir, como mínimo, la siguiente información: I. Descripción detallada de las actividades realizadas; II. Estado mecánico final del Pozo, que incluya: a) Profundidad total del Pozo; b) Profundidades de Tuberías de Revestimiento; c) Columna geológica, y d) Cimas de las lechadas de la cementación de las Tuberías de Revestimiento. III. Registro de los parámetros operativos de las actividades de Taponamiento de Pozos; IV. Tipo y número de tapones; V. Resultados de la verificación de las cimas de los tapones; VI. Pruebas de presión a los tapones y resultados de las mismas;	

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	VII. Para el caso de Pozos con Taponamiento definitivo se deberá incluir la descripción de las actividades realizadas para el corte de la Tubería de Revestimiento, y VIII. Evidencia documental que demuestre lo declarado en los incisos anteriores.	
Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen las Reglas para el Requerimiento Mínimo de Seguros a los Regulados que lleven a cabo Obras o Actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos, Tratamiento y Refinación de Petróleo y Procesamiento de Gas Natural	Artículo 2.- Las presentes Disposiciones son de observancia general y obligatoria para los Regulados que realicen las siguientes actividades del Sector Hidrocarburos: I. Exploración y Extracción de Hidrocarburos; [...] Artículo 8.- Los Regulados que desarrollen las actividades a las que se refiere el artículo 2 de las presentes Disposiciones, deberán contar con seguros de responsabilidad civil y responsabilidad por daños ambientales y, en su caso, de control de pozos. Cuando los Contratos para desarrollar las actividades sean firmados por dos o más personas morales, el representante común que dará cumplimiento a las presentes Disposiciones será el operador en el Contrato respectivo. Dichos seguros deben encontrarse vigentes y registrados ante la Agencia, durante todas las etapas de desarrollo de las obras o actividades que desarrollen los Regulados. Artículo 14.- El Regulado deberá contratar las pólizas de seguros requeridas en estas Disposiciones con una Institución de Seguros autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público o la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas para operar en los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 20. Las coberturas mínimas que deberán amparar las pólizas de seguros son las siguientes: I. De control de pozos, para obras o actividades de Exploración y Extracción; II. De responsabilidad civil y responsabilidad por daños ambientales para obras o actividades de Exploración y Extracción, y [...] Artículo 23. Las obligaciones en materia de aseguramiento aplicables a los Regulados serán las siguientes: I. Las obras o actividades que realicen los Regulados deberán estar cubiertas en todo momento por una póliza vigente, la cual estará en función de la etapa del proyecto y de las actividades específicas a realizar por lo que la contratación	Shell mantendrá las pólizas de seguro requeridas y presentará copias de dichas pólizas para fines de registro con la ASEA antes del inicio de las obras o actividades del Proyecto.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	o renovación de la vigencia deberá hacerse de manera oportuna. Los Regulados deberán contratar o renovar dichas pólizas en los términos de la normatividad vigente. Las pólizas y el comprobante de pago de la prima deberán presentarse a la Agencia para su Registro a más tardar dentro de los treinta (30) días hábiles siguientes a su contratación o renovación; II. En caso de renovación, los Regulados deberán presentar a la Agencia el duplicado del original de la póliza de seguro expedida por la Institución de Seguro y el comprobante del pago de la prima correspondiente; III. Los montos contratados en la póliza de los Regulados no podrán afectarse o reducirse por la ocurrencia de siniestros por las obras o actividades de los Regulados fuera del territorio nacional, y IV. Los Regulados estarán obligados a cumplir con las presentes Disposiciones en todo momento, por lo que la contratación de pólizas, coberturas y montos adicionales a los requeridos, no los exime de dicha obligación. Artículo 24. Los Regulados deberán requerir que sus contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicios mantengan pólizas de seguro vigentes que contengan las coberturas y montos necesarios y suficientes para amparar la responsabilidad por los daños que pudieran generar con motivo de las obras, servicios y/o actividades que realicen, o en su caso, los Regulados podrán integrar a sus contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicios en sus pólizas, garantizando que cuenten con las coberturas y montos que amparen las actividades que realicen de conformidad con las presentes Disposiciones. Artículo 25. Los Regulados son responsables en todo momento por los daños o perjuicios provocados por sus contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicios en el desarrollo de las actividades del Sector Hidrocarburos propias de los Regulados. Artículo 26. Los Regulados son responsables de reparar e indemnizar por los daños o perjuicios que ocasione en razón de las obras o actividades que desarrolle, aun cuando se vea impedido de hacer efectiva la póliza de seguro ante un siniestro. Artículo 29. Los Regulados que utilicen embarcaciones o plataformas móviles que participen en obras o actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos, Tratamiento y refinación de petróleo y Procesamiento de Gas Natural, deberán contar con pólizas de protección e indemnización (P&I, por sus siglas en inglés) emitidas por una Institución de Seguros autorizada por la	

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Secretaría de Hacienda y Crédito Público o por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas para operar en los Estados Unidos Mexicanos, con los siguientes montos mínimos de aseguramiento: [...] Artículo 32. Los Regulados deberán presentar a la Agencia las pólizas de seguros correspondientes para su Registro, previo al inicio de obras o actividades del Sector Hidrocarburos, conforme a lo dispuesto en las presentes Disposiciones.	
Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos	Artículo 2.- Los presentes lineamientos son aplicables a todos los Regulados que realizan las actividades del Sector Hidrocarburos en los términos del artículo 3o., fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como a los Prestadores de Servicios involucrados directamente en su manejo integral. Artículo 6.- Los Regulados que busquen desarrollar un proyecto del Sector Hidrocarburos en el que se generen RME, deberán registrarse 45 días hábiles previos al desarrollo de sus actividades, ante la Agencia como Microgenerador, Pequeño Generador o Gran Generador de RME, para lo cual solicitarán su Registro como Generador a través de un escrito con la solicitud expresa y firmado por sí o a través del representante legal que cuente con facultades para ello, integrando la siguiente documentación e información: […] Artículo 9.- Los Regulados que dejen de generar RME, derivado de las actividades del Sector Hidrocarburos, deberán presentar ante la Agencia, dentro de los 30 días hábiles contados a partir de que se dejen de generar RME, una solicitud de cancelación de su registro, la cual deberá presentarse con la solicitud expresa y firmado por sí o a través del representante legal que cuente con facultades para ello, señalando el número de registro único de generador, asignado previamente por la Agencia. La Agencia emitirá mediante oficio una respuesta de conocimiento, además podrá verificar la información presentada de conformidad con lo establecido en el Capítulo VI de los presentes lineamientos. Artículo 10.- Los Regulados que son Grandes Generadores de RME, están obligados a registrar ante la Agencia el Plan de Manejo de RME, el cual deberá ser presentado a través de un escrito con la solicitud expresa y firmado por sí o a través del representante legal que cuente con facultades para ello, conforme a los plazos establecidos dentro de la normatividad emitida por la Agencia;	Shell desarrollará, registrará e implementará el respectivo Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial, previo registro ante la ASEA. Shell y su(s) subcontratista(s) cumplirán con las obligaciones de registro, procedimientos y reportes, de acuerdo con las especificaciones requeridas por la ASEA y lo contenido en estas disposiciones. Shell presentará a la ASEA el informe anual sobre la generación, el manejo y los movimientos de los RME que se efectúen en el año inmediato anterior.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	asimismo, para proyectos nuevos se deberá presentar, a través de un escrito con la solicitud expresa y firmado por sí o a través del representante legal que cuente con facultades para ello, dentro de los 45 días hábiles previos al desarrollo de sus actividades, para su revisión y para que, en su caso, se emita su registro. La solicitud de registro del Plan de Manejo de RME deberá contener la CURR (en caso de tener asignada la misma), así como la información establecida dentro del formato de registro del Plan de Manejo de RME (FF-ASEA-003). La Agencia podrá solicitar a los Regulados la inclusión de aquellos residuos que, por su volumen o características, sean sujetos de Plan de Manejo, de conformidad con la normatividad emitida por la Agencia. Artículo 11.- Los Regulados deberán conservar la documentación generada por el desarrollo de las actividades, metas y del manejo integral, contenidos en el registro del Plan de Manejo de RME; debiendo proporcionarla a la Agencia cuando ésta así lo requiera. Artículo 12.- Para la ejecución del Plan de Manejo de RME, los Regulados deberán observar lo establecido dentro de la normatividad emitida por la Agencia, así como lo siguiente: I. Conservar el manifiesto de entrega, transporte y recepción de RME, para acreditar el destino final de los RME y su manejo con Prestadores de Servicios, debiendo proporcionarla a la Agencia cuando ésta así lo requiera, y II. Transmitir, en su caso, la propiedad de los RME, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo en otro proceso productivo, lo cual deberá documentarse e incluirse en el Plan de Manejo que se registre ante la Agencia. Lo anterior, se realizará mediante la celebración de un convenio, carta de intención o contrato que contenga los datos de las personas físicas y/o morales involucradas; la descripción del proceso productivo que contenga los procedimientos, métodos o técnicas donde se utilizará el residuo como insumo; nombre del residuo y la cantidad transferida, y nombre del transportista y número de autorización, de ser el caso. El convenio, carta o contrato a que se refiere la fracción II del presente artículo, deberá presentarse en original o copia certificada, y éstos podrán acompañarse de copia simple, para cotejo, caso en el que se regresará al interesado el documento cotejado. Artículo 15.- Los Regulados que pretendan realizar una actividad de manejo de RME que no hayan sido generados dentro de sus instalaciones, así como las personas físicas o morales que busquen ser Prestadores de Servicios del	

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Sector Hidrocarburos para el manejo integral de RME y exista una relación contractual con los Regulados, deberán contar con la autorización de la Agencia para el manejo de RME, motivo por el cual, previo al desarrollo de cualquier actividad de manejo de RME del Sector Hidrocarburos, deberán solicitar la autorización prevista dentro de los artículos 17, 18, 19, 20, 21 y 22, de conformidad con lo establecido dentro de los presentes lineamientos. Artículo 33.- Las áreas de almacenamiento temporal de RME de los Regulados, además de las que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas para algún tipo de residuo en particular, deberán cumplir con las siguientes condiciones: […] Artículo 34.- Los Microgeneradores, Pequeños Generadores y Grandes Generadores, deberán llevar y resguardar la bitácora correspondiente de los RME generados, considerando los siguientes elementos: […] Artículo 35.- Los Regulados y Prestadores de Servicios, deberán presentar, en formato electrónico, un informe anual ante la Agencia, en el área de atención al Regulado, sobre la generación, el manejo y los movimientos que se hubieren efectuado en el año inmediato anterior de los RME, mismo que deberá presentarse en los meses de abril o mayo, incluyendo los siguientes aspectos: […] Artículo 37.- Toda la información que generen los Regulados, derivado del manejo de los RME, deberá documentarla y conservarla dentro de sus instalaciones durante toda la vigencia del permiso o título habilitante para el desarrollo de las actividades del Sector Hidrocarburos; [...]	
Disposiciones Técnicas para el Aprovechamiento del Gas Natural Asociado, en la Exploración y Extracción de Hidrocarburos	Artículo 4. - De la obligación del Operador Petrolero de aprovechar y conservar el Gas Natural Asociado. Es propiedad de la Nación el Gas Natural Asociado y su producción está sujeta a los términos establecidos en la Ley de Hidrocarburos, en las Asignaciones y Contratos señalados en la referida Ley y regulado su aprovechamiento, a través de las Disposiciones Técnicas. […] Artículo 6. - De la Destrucción Controlada del Gas Natural Asociado. El Operador Petrolero podrá realizar la Destrucción Controlada del Gas Natural, como consecuencia de las actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos, en los siguientes casos:	El Proyecto no planea realizar pruebas de flujo de pozo. El agua congénita solo se generará por el Proyecto si se realiza tal prueba.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	I. Cuando de acuerdo con el Análisis Técnico-Económico al que se refiere el artículo 11 de estas Disposiciones Técnicas y después de evaluar las alternativas a las que se refiere el artículo 5 anterior para evitar extraer el Gas Natural Asociado, o bien aprovecharlo, la Comisión concluya que la única alternativa es la Destrucción Controlada del mismo; II. Cuando existan circunstancias de caso fortuito o fuerza mayor que impliquen un riesgo para la operación segura de las instalaciones y el personal. Lo anterior, de acuerdo con las disposiciones que para tal efecto emita la Agencia; III. Durante las pruebas de pozos que los Operadores Petroleros realicen. Lo anterior, siempre que las mismas estén comprendidas dentro de los Planes de Exploración y de Desarrollo para la Extracción de Hidrocarburos aprobados por la Comisión, y El Operador Petrolero considerará los volúmenes del Gas Natural que serán objeto de Destrucción Controlada bajo el presente supuesto, dentro de la definición de sus Metas. Lo anterior, de conformidad con la exactitud que le permita la etapa exploratoria o de desarrollo del campo en la que se encuentre y el conocimiento del o los yacimientos correspondientes. Artículo 8. De la regulación en materia de Seguridad Industrial y medio ambiente, para la Quema y Venteo de Gas Natural Asociado. Durante el desarrollo de las actividades petroleras, el Operador Petrolero deberá dar cumplimiento a los estándares, condiciones, normas de seguridad industrial, operativa y de protección al medio ambiente en relación con la Destrucción o Destrucción Controlada del Gas Natural Asociado que sea extraído del subsuelo. Lo anterior, de conformidad con lo dispuesto en la regulación que la Agencia emita para tal efecto.	
Acuerdo por el cual se modifica el similar por el que se establecen zonas de seguridad para la navegación y sobrevuelo en las inmediaciones de las instalaciones petroleras y para el	Publicado el 11 de octubre de 2016, este acuerdo fue firmado entre las secretarías de las áreas marina (SEMAR), energía (SENER), ganadería y pesca (SAGARPA), medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) y comunicaciones y transporte (SCT). Su propósito es salvaguardar las instalaciones de petróleo en el mar y la vida humana. Artículo Primero.- Se establecen como zonas de seguridad para la navegación y sobrevuelo en las inmediaciones de las instalaciones petroleras y para el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en zonas marinas mexicanas, las siguientes: I. Alrededor de los agrupamientos en los que se concentren pozos, plataformas y demás instalaciones para la exploración y extracción de hidrocarburos en las zonas marinas mexicanas, se establecen zonas a evitar en las cuales,	El Proyecto establecerá una zona de seguridad de navegación con un radio de 2,500 m alrededor del buque de perforación mientras se encuentre ubicada en el sitio del pozo, y se aplicará durante la duración del programa de perforación.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en zonas marinas mexicanas, publicado el 11 de octubre de 2016.	únicamente se permitirá el tráfico de embarcaciones o aeronaves que sean requeridas para la operación de dichas instalaciones, que comprende los siguientes polígonos: […] Los pozos, plataformas y demás instalaciones para la exploración y extracción de hidrocarburos que se ubiquen fuera de los polígonos antes definidos, contarán de manera individual con una zona de seguridad de 2,500 metros alrededor de éstas.	

Fuente: AECOM 2021

3.4 Leyes y Reglamentos Estatales

El Área Contractual se ubica en una zona marina mexicana y las actividades en el sitio se llevarán a cabo de conformidad con la Ley Federal del Mar (Golfo de México). El artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos establece que la industria de hidrocarburos es exclusivamente de jurisdicción federal. En consecuencia, solo el orden federal del gobierno puede emitir disposiciones técnicas, leyes y reglamentos en esta materia, incluidos los relacionados con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección ambiental. Por lo tanto, la vinculación con las leyes y reglamentos estatales existentes no son aplicables a este Proyecto de perforación exploratoria.

Sin embargo, las actividades asociadas en los puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan, los helipuertos de Ciudad del Carmen, Tampico y Veracruz, y cualquier otro servicio de terceros de gestión de residuos cumplirán con las leyes y regulaciones estatales de Tabasco, Tamaulipas y Veracruz aplicables.

3.5 Tratados y Acuerdos Internacionales

La **Tabla 3-4** presenta la vinculación de los tratados y acuerdos internacionales aplicables con el Proyecto.

Tabla 3-4. Tratados y acuerdos internacionales y su vinculación con el Proyecto

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78) y Anexos Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques (México es parte firmante de MARPOL 73/78. Sin embargo, México no forma parte de los Anexos III, IV y VI)	Anexo I Las reglas 6-10 requieren que ciertas clases de buques sean inspeccionados y certificados. La regla 15 establece el estándar del contenido de hidrocarburos en 15 ppm en las descargas fuera y dentro de zonas especiales (incluyendo agua de sentina de los espacios de máquinas de la cámara de bombas de carga) para buques cuyo arqueo bruto sean mayores y menores a 400 toneladas brutas. Con respecto a los buques petroleros, también cubre el agua de lastre y la limpieza de tanques. La regla 17 establece que todo petrolero cuyo arqueo bruto igual o superior a 150 toneladas y todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 400 toneladas que no sean petroleros deberán contar con un Libro registro de hidrocarburos Parte I (Operaciones en los espacios de máquinas). La regla 36 requiere que todo petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 llevará a bordo un Libro registro de hidrocarburos, Parte II (Operaciones de carga y lastrado). La regla 37 requiere que todo petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 y todo buque no petrolero cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 400 llevarán un Plan de Emergencia de a Bordo en caso de Contaminación por Hidrocarburos. La regla 39 establece específicamente el límite para las descargas oleosas de las plataformas de perforación a 15 ppm y requiere que todas esas descargas sean registradas.	Las embarcaciones del Proyecto seguirán las reglas para prevenir y controlar la contaminación por derrames. Esto incluirá contar con un Plan de Contingencias por Derrames de Hidrocarburos para Buques Petroleros (PCDHBP), el cual debe ser aprobado por la autoridad del estado del pabellón (*fly a flag of a state*). Con base en lo anterior, Shell se asegurará de que el buque de perforación y los OSV/FSV estén equipados con separadores de agua/aceite para tratar el agua oleosa hasta alcanzar un contenido menor de 15 ppm de hidrocarburos antes de su descarga, de conformidad con este Convenio. Ver el **Capítulo 7** para el POMD.
	El Anexo II establece normas para los buques-tanque quimiquero y prohíbe la descarga de residuos que contienen contaminantes dentro de las 12 mn de la tierra más próxima.	Esto aplica al transporte de NADF, combustible a granel, y transferencias al buque de perforación. El Proyecto no descargará sustancias peligrosas en el mar. Las sustancias peligrosas o aguas residuales serán

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		almacenadas y recolectadas por un OSV/FSV para su disposición final en una planta de tratamiento en tierra firme. El buque de perforación tendrá procedimientos de transferencia y equipos de transferencia que eviten la descarga de sustancias peligrosas en el mar, que cumplirán con las disposiciones establecidas en el Anexo II de este Convenio. Ver el **Capítulo 7** respecto del Plan de Manejo de Residuos.
	Anexo III Las reglas 3-4 contienen requisitos para el embalaje, marcado, etiquetado y documentación de sustancias peligrosas transportadas en el mar de acuerdo con el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas. La regla 4 exige una lista o manifiesto con las ubicaciones de los materiales peligrosos a bordo.	Esto se aplica al transporte de sacos y bidones de productos químicos hacia y desde el buque de perforación por medio de OSV/FSV. Las sustancias peligrosas que se transportan a granel serán embaladas correctamente y se etiquetarán de acuerdo con las especificaciones de este anexo. Los tipos y cantidades de sustancias peligrosas y su ubicación a bordo se registrarán en una bitácora. Ver el **Capítulo 7** respecto del Plan de Manejo de Residuos.
	Anexo IV La regla 8 requiere el uso de unidades de tratamiento de aguas residuales aprobadas por la OMI y especifica las distancias desde la tierra a las que se pueden descargar aguas residuales tratadas y no tratadas (aguas residuales trituradas y desinfectadas a <4 mn de la tierra más cercana; aguas residuales que no se trituran o desinfectan en distancia de más de 12 mn desde la tierra más cercana con condiciones).	Esto se aplica al buque de perforación y los OSV/FSV. El buque de perforación incluirá un sistema certificado de tratamiento de aguas residuales y las descargas se realizarán de acuerdo con las especificaciones del Anexo IV. Ver el **Capítulo 7** respecto del POMD. Se llevarán a cabo pruebas periódicas de la planta de aguas residuales de acuerdo con el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Aguas Sucias de MARPOL 73/78. Shell y/o su(s) contratista(s) obtendrán permisos de descarga de aguas residuales

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		de CONAGUA que cubren la descarga de aguas residuales tratadas dentro de las 12 mn de la costa, observando los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 (**Tabla 3-2**), y las condiciones particulares establecidas en los permisos correspondientes y el Anexo IV MARPOL 73/78. Si se requiere una dosis de cloro, la concentración máxima de cloro residual esperada en la descarga debe ser inferior a 0.5 mg/L, de acuerdo con la Resolución MEPC.227 (64) 2012 de MARPOL, Directrices sobre la implantación de las normas relativas a efluentes y pruebas de rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias.
	Anexo V La regla 3 prohíbe la disposición en el mar de todos los plásticos, incluidos, entre otros, cuerdas sintéticas, redes de pesca y bolsas de basura de plástico. La regla 4 prohíbe la descarga de plásticos y especifica las distancias desde la tierra a la cual otros materiales de desecho pueden ser eliminados. Requiere que los residuos de alimentos (y otros residuos) descargados >12 mn desde la tierra se desmenucen o trituren a <25 mm antes de la descarga. La regla 9 requiere que cada barco de 400 toneladas de arqueo bruto igual o superior o más, y cada barco que esté certificado para transportar 15 personas o más, y plataformas fijas o flotantes lleven un plan de manejo de basura con procedimientos para minimizar, recolectar, almacenar, procesar y desechar la basura, el cual la tripulación seguirá.	Esto se aplica al buque de perforación y los OSV/FSV. Los residuos inorgánicos como plástico, metales, vidrio o redes sintéticas serán almacenados y recolectados por el buque de perforación y los OSV/FSV para su eliminación final en una instalación de disposición aprobada. De conformidad con el Anexo V MARPOL 73/78 y las Directrices 2012 asociadas para la Implementación del Anexo V de MARPOL (RESOLUCIÓN MEPC.219 [63]), los residuos de alimentos del buque de perforación serán triturados o molidos a un tamaño de partícula de no más de 25 mm antes de ser descargados en mar abierto. De importancia para el Proyecto es el hecho de que el Golfo de México está inmerso en la Región del Gran Caribe, que está designada como Zona Especial con respecto al Anexo V de MARPOL. Como

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		resultado, todos los buques, excepto las plataformas, solo pueden descargar residuos de alimentos molidos o triturados estando más allá de 12 mn de la tierra más cercana y en ruta. Las plataformas costa afuera ubicadas a más de 12 mn de la tierra más cercana (como el buque de perforación al estar perforando el pozo) y los buques cuando estén a lo largo o dentro de 500 m de dichas plataformas también se les permite descargar residuos de alimentos triturados o molidos. Los huesos y otros restos de alimentos que no sean aptos para maceradores serán embolsados y trasladados a la costa para su disposición. El buque de perforación y los OSV/FSV tendrán PMR con procedimientos para la recolección, el almacenamiento y la clasificación de los residuos. La generación de residuos y los derrames accidentales se registrarán en un libro de registro. Ver el **Capítulo 7** para los PMR.
	Anexo VI Las reglas 5-9 establecen los requisitos para la inspección y certificación de ciertas clases de buques. Las reglas 12-15 establecen normas de emisión para motores de buques, pero la regla 19 aclara que los requisitos de la regla 18 (requisitos de combustible fueloil para propósitos de combustión entregado y utilizado a borde buques) no se aplica para el uso de hidrocarburos que son producidos y subsecuentemente utilizados en el sitio como combustible, cuando sea aprobado por la Administración. La regla 14 limita el contenido de azufre del fueloil a cualquiera usado a bordo de todos los barcos a 3.5% m/m. La regla 18 se refiere a la calidad del fueloil.	Esto se aplica a los OSV/FSV y al buque de perforación cuando están en tránsito por su propia potencia. El buque de perforación y los OSV/FSV contarán con tecnologías de control de emisiones para la reducción de emisiones de NO_x, SO_x y material particulado incluidas en el Anexo VI. Las medidas de control específicas para las emisiones al aire se detallan en el **Capítulo 6** de este documento. Las embarcaciones del Proyecto usarán combustible que cumplan con los requisitos de la NOM-016-CRE-2016 (si existe disponibilidad en el territorio mexicano) y MARPOL 73/78 Anexo VI, particularmente

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	La regla 22 requiere que cada buque tenga a bordo un PGEEB, específico para el buque.	cumpliendo con el límite máximo mundial del contenido de azufre de 0.50% en el combustible usado de los buques a partir de 2020 (MEPC 70). El PGEEB no aplica al buque de perforación, tal como lo establece la regla 19(2).2, la cual excluye de contar con un PGEEB a plataformas y máquinas de perforación (sin importar su propulsión) y cualquier embarcación sin medios de propulsión.
Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) (Promulgado mediante decreto publicado en Diario Oficial de la Federación de fecha 01/06/1983. Entrada en vigor de Convención el 16 de noviembre de 1994.)	La CNUDM establece los límites y las fronteras de los elementos mar adentro o los ríos que desembocan en el mar, así como las rutas marítimas que los buques y buques extranjeros deben considerar al navegar en aguas nacionales. La CNUDM especifica medidas para la conservación de la vida silvestre, incluidas las poblaciones de especies anádromas y catádromas.	El Área Contractual se ubica en la parte sur del Golfo de México, y no se encuentra cerca de arrecifes de coral o islas (ver el **Capítulo 4**). Las actividades relacionadas con el Proyecto se realizarán dentro de aguas mexicanas y no en aguas extranjeras o internacionales. El Proyecto no considera la explotación de la fauna marina y sus actividades se realizarán de acuerdo con las declaraciones de conservación indicadas en CNUDM.
Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) (Adoptado el 1 de noviembre, 1974, firmado el 28 de marzo de 1977 y entró en vigor el 25 de mayo 1980. Decreto de promulgación 9 de mayo de 1977.)	Este tratado internacional de seguridad marítima especifica los estándares mínimos para la construcción, el equipamiento y el funcionamiento de los buques. Permite a los gobiernos de los estados participantes inspeccionar buques abanderados en otros estados participantes para garantizar el cumplimiento. También permite a los gobiernos a asegurar uniformidad en publicaciones cartográficas y náuticas.	Las embarcaciones (buque de perforación u OSV/FSV) que serán utilizadas durante las actividades del Proyecto serán aquellas que cumplan los estándares de seguridad requeridos por las autoridades de los Estados del pabellón. Shell o su(s) contratista(s) mantendrán comunicación con la SEMAR en cumplimiento de este Convenio, junto con la LNCM y su Reglamento.
Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques (Adoptado el 5 de octubre de 2001, entrada en vigor el 17 de	En adición a MARPOL, este Convenio regula el uso de pinturas antiincrustantes en buques. El objetivo inicial fue una prohibición del uso de revestimientos de tributilestaño en pinturas antiincrustantes en enero de 2008, pero también estableció un mecanismo para controlar el uso de otros compuestos tóxicos para fines antiincrustantes.	El buque de perforación y las embarcaciones que se utilizarán para el desarrollo del Proyecto no tendrán pinturas que contengan compuestos orgánicos de estaño.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
diciembre de 2008; decreto promulgatorio publicado en Diario Oficial de la Federación con fecha 19 de noviembre de 2018.)		
La Convención sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otros materiales de 1972 (Convenio de Londres o LC 72) (Entrada en vigor el 30 de agosto de 1975; decreto promulgatorio publicado en Diario Oficial de la Federación con fecha 24 de marzo de 2006.)	El objetivo de esta Convención es promover la gestión correcta de las fuentes de contaminación marina en relación con el vertimiento de materiales de desecho en el mar. De acuerdo con esta Convención, los desechos de "lista negra y gris" se clasifican según el peligro que representan para el medio ambiente. Los artículos de la lista gris pueden considerarse para su eliminación en el mar después de obtener un permiso especial (Anexo II de la Convención) y después de cumplir con especificaciones estrictas. Está estrictamente prohibido arrojar elementos de la lista negra (Anexo I de la Convención). Todos los demás materiales se pueden arrojar al mar cuando se obtiene una autorización general para ello. Además, la incineración de desechos en el mar está prohibida.	Como parte del Proyecto, se desarrollará un Plan de Manejo de Residuos. Este plan se compartirá con el personal involucrado en las actividades del Proyecto. El plan especificará la correcta clasificación de residuos y el tratamiento para cada tipo de residuo. Los residuos no peligrosos se gestionarán de acuerdo con la Convención de Londres. El Proyecto no contempla el vertimiento de residuos peligrosos al mar ni la incineración de residuos. Shell obtendrá las autorizaciones correspondientes a las actividades de vertimientos al mar o gestión de residuos en plantas de tratamiento autorizadas en tierra. La cantidad y el tipo de residuos generados se registrarán en una bitácora. Ver el **Capítulo 7** respecto al PMR.
Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos (Adoptado el 30 de noviembre de 1990, entrada en vigor el 13 de mayo de 1995, decreto promulgatorio publicado en Diario Oficial de la Federación con fecha 6 de febrero de 1995.)	Este Convenio establece las medidas para hacer frente a los incidentes de contaminación, ya sea a nivel nacional o en cooperación con otros países. Requiere que los buques lleven a cabo un plan de emergencia de contaminación por petróleo. Los operadores de unidades costa afuera también deben contar con planes de emergencia de contaminación por hidrocarburos o arreglos similares que deben coordinarse con los sistemas nacionales para responder con prontitud y eficacia a los incidentes de contaminación por hidrocarburos. Los buques deben informar incidentes de contaminación a las autoridades costeras y la Convención detalla las acciones que deben tomarse. La Convención exige el establecimiento de reservas de equipos para combatir derrames de petróleo, la realización de ejercicios de lucha contra derrames de hidrocarburos y el desarrollo de planes detallados para tratar incidentes de contaminación.	Las embarcaciones que se utilizarán durante el Proyecto (buque de perforación u OSV/FSV) tendrán planes de emergencia por derrames de hidrocarburos e informarán de cualquier incidente, coordinando con las autoridades mexicanas cualquier respuesta a incidentes de derrames de hidrocarburos, cumpliendo con este Convenio y con la legislación mexicana. Ver el **Capítulo 7** para el PRD y el PRE.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	Las partes de la convención deben brindar asistencia a otras personas en el caso de una emergencia por contaminación y se prevén reembolsos por cualquier asistencia provista.	
Convención para la Conservación y Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe (Convenio de Cartagena) (Adoptado el 24 de marzo de 1983, entrada en vigor el 11 de octubre de 1986, decreto promulgatorio publicado en Diario Oficial de la Federación con fecha 2 de agosto de 1983.)	La Convención de Cartagena ha sido ratificada por 25 estados miembros de las Naciones Unidas en la región del Gran Caribe. Cubre el ambiente marino del Golfo de México, el Mar Caribe y las áreas del Océano Atlántico adyacentes al sur de los 30° de latitud norte y dentro de las 200 millas marinas de las costas atlánticas de los Estados a que se hace referencia en el artículo 25 del Convenio. La Convención se centra en la prevención, reducción y control de la contaminación causada por los buques, el vertido, las actividades en los fondos marinos, la contaminación del aire y las fuentes y actividades terrestres. Tiene dos protocolos que tratan, respectivamente, de combatir los derrames de petróleo y proteger las áreas naturales y la vida silvestre.	El Proyecto cumplirá con los requisitos de la Convención, así como con las acciones y estrategias mencionadas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC; ver la **Sección 3.7**) que están en línea con esta Convención. Ver el **Capítulo 6** para las medidas de prevención y mitigación de derrames. Ver el **Capítulo 7** para el PRD.
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 7 de mayo de 1993.)	Tratado internacional ambiental negociado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, informalmente conocida como la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, 1992. El objetivo de la Convención es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que evite interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático. Ese nivel debería lograrse dentro de un marco de tiempo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para garantizar que la producción de alimentos no se vea amenazada y para permitir que el desarrollo económico continúe de manera sostenible.	Las emisiones a la atmósfera del Proyecto se asociarán principalmente con la combustión de motores diésel y la generación de energía del buque de perforación, OSV/FSV y helicóptero. Sin embargo, no se espera un aumento significativo a nivel mundial en la producción de emisiones de GEI durante el Proyecto. Se llevarán a cabo actividades de mantenimiento para optimizar la eficiencia en la generación de energía y, por lo tanto, minimizar las emisiones de GEI del Proyecto. Además, se aplicará el Plan de Logística, tal como se detalla en el **Capítulo 7**.
Protocolo de Kioto (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la	Un acuerdo internacional vinculado a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que compromete a sus Partes al establecer objetivos de reducción de emisiones vinculantes a nivel internacional.	El Proyecto considera la incorporación de medidas de prevención y mitigación que limiten la emisión de dióxido de carbono para reducir los impactos a la atmósfera, por

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Federación con fecha 24 de noviembre de 2000.)		ejemplo, la implementación de un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria que se utiliza en las actividades.
Acuerdo de París (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 4 de noviembre de 2015.)	Acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del calentamiento global, su entrada en vigor será hasta el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto.	
Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 22 de diciembre de 1987.)	El Convenio de Viena estableció un marco para la cooperación internacional para proteger la salud social y ambiental de los efectos de las actividades humanas. Obliga a México a cooperar en la investigación y observación de la capa de ozono, controlar las emisiones, intercambiar información con otros estados y reducir el consumo de clorofluorocarbonos (CFC).	El Proyecto evitará el uso de productos reductores de la capa de ozono.
Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 12 de febrero de 1990.)	El Protocolo agregó sustancias que afectan la capa de ozono para el control y la gestión, como los HBFC y los HCFC.	
Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 17 de mayo de 2004.)	El Convenio de Estocolmo es un tratado ambiental internacional que tiene como objetivo eliminar o restringir la producción y el uso de COP. Las negociaciones para el Convenio de Estocolmo se completaron el 23 de mayo de 2001 en Estocolmo y el convenio entró en vigor el 17 de mayo de 2004 con la ratificación de un inicial de 128 partes y 151 signatarios. Los consignatarios acuerdan prohibir nueve de las doce sustancias químicas designadas, limitar el uso de DDT respecto del control de la malaria y reducir la producción inadvertida de dioxinas y furanos.	El Proyecto no contempla el uso de pesticidas organoclorados, bifenilos policlorados o hexaclorobenceno. Asimismo, se tomarán medidas para prevenir la formación de compuestos como dioxinas y furanos.
Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNCBD)	Los objetivos del presente Convenio, que se perseguirán de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible	El Proyecto se llevará a cabo en un área marina regulada por el POEMyRGMyMC específicamente dentro de las Unidades de

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
(Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 7 de mayo de 1993.)	de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos mediante, entre otras cosas, el adecuado acceso a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y tecnologías, así como a través del financiamiento adecuado.	Gestión Ambiental (UGA) No. 184 y No. 185. El Proyecto no extraerá especies de importancia para la conservación. El **Capítulo 7** describe un PMMMT PSV, y describe el PL del Proyecto.
Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (BWM) (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 8 de septiembre de 2017.)	El Convenio BWM fue adoptado durante una conferencia diplomática de la OMI celebrada en febrero de 2004, cuyo objeto es ayudar a detener la propagación de los organismos acuáticos y agentes patógenos potencialmente perjudiciales en el agua de lastre. Los buques de los países signatarios deben gestionar su propia agua de lastre para suprimir o neutralizar los organismos acuáticos o patógenos antes de que el agua de lastre sea descargada en un nuevo lugar. De esta manera se puede prevenir tanto la propagación de los organismos acuáticos como de agentes patógenos potencialmente perjudiciales. El Convenio obliga a los buques de los países signatarios de contar con Plan de Gestión de Agua de Lastre. Para los buques nuevos, lo anterior será inmediatamente implementado por el estado adoptante; para los buques existentes, habrá un periodo de introducción gradual. Todos los buques de los países signatarios también deben llevar un Libro de Registro de Agua de Lastre y mantener los Sistemas de Gestión del Agua de Lastre según directrices y estándares específicos. Estas directrices se encuentran en la Lista de Directrices para la Implementación Uniforme del Convenio BWM de junio de 2005 emitida por el Comité de Protección del Medio Marino de la OMI (MEPC). Los buques que lleven a cabo la gestión del agua de lastre para cumplir la norma de la regla D-1, habrán de atenerse a lo siguiente: I. Siempre que sea posible, efectuarán el cambio del agua de lastre a por lo menos 200 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 metros de profundidad como	Todas las embarcaciones del Proyecto (según corresponda o requiera por clase de buque) tendrán un Plan de Gestión de Agua de Lastre. Durante el Proyecto, el buque de perforación permanecerá costa fuera. La planeación del Proyecto no considera que el buque de perforación ingrese a aguas cercanas a la costa de México ni que descargue agua de lastre durante la duración del Proyecto.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	mínimo, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización; II. En los casos en que el buque no pueda efectuar el cambio del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1.1, tal cambio del agua de lastre se llevará a cabo teniendo en cuenta las directrices descritas en el párrafo 1.1 y tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, y en todos los casos por lo menos a 50 millas marinas de la tierra más próxima y en aguas de 200 metros de profundidad como mínimo.	
La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar) (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 29 de agosto de 1986.)	El objetivo de la Convención Ramsar es la preservación de los humedales, incluyendo la participación de las partes interesadas nacionales y locales respaldada por acuerdos internacionales. Se ha priorizado la conservación de los humedales ya que constituyen ecosistemas explotados y degradados a pesar de ser ecosistemas diversos y productivos, que proporcionan agua dulce para el consumo humano. Los humedales incluyen fuentes de agua naturales y artificiales (permanentes o temporales), como ríos, lagos, pantanos, marismas, pastizales húmedos, estuarios, turberas, oasis, deltas, acuíferos subterráneos, manglares, arrecifes de coral, arrozales, salinas, estanques de peces, entre otros. Los humedales catalogados como Sitios Ramsar se deben considerar en los planes y estrategias de conservación a fin de promover su preservación como Reservas Naturales y concentrar los esfuerzos económicos y operativos en estas áreas.	La perforación exploratoria no se realizará dentro de ningún Sitio Ramsar. El Sitio Ramsar más cercano (Laguna de Términos) está a aproximadamente 235 km del Área Contractual (ver la **Sección 3.8.5**).
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 6 de marzo de 1992.)	CITES es un acuerdo internacional entre gobiernos, cuyo principal objetivo es proteger la flora y la fauna en peligro de extinción. Debido a que el comercio de animales y plantas silvestres cruzan fronteras entre países, el esfuerzo para regularlo requiere cooperación internacional para salvaguardar a ciertas especies de la sobreexplotación. CITES incluye varios grados de protección de más de 35,000 especies de animales y plantas.	Shell se asegurará que los buques no incurran en ninguna extracción, comercio o daño a la vida silvestre durante el Proyecto mediante restricciones contractuales con terceros.

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 31 de diciembre de 2008.)	Esta Convención de la UNESCO, adoptada en 2001, establece una norma común para la protección de dicho patrimonio, a fin de evitar que sea saqueada o destruida. Esta norma es comparable a otras Convenciones de la UNESCO o legislación nacional sobre el patrimonio cultural en tierra, pero es específica para sitios arqueológicos bajo el agua. La Convención contiene requisitos mínimos. Cada Estado Parte, si lo desea, puede optar por desarrollar normas de protección aún más elevadas.	Esta Convención es relevante para el Proyecto ya que las actividades involucrarán la exploración en aguas profundas y durante el proceso se podrían identificar artefactos u objetos de importancia arqueológica marina. Con base en la investigación de la LBA realizada por Shell en 2018, no existe un registro de arqueología conocida en el área del Proyecto. Sin embargo, Shell establecerá una política de hallazgo fortuito durante las actividades de inspección del ROV previa al inicio de perforación (*spud*) tomando en consideración las ubicaciones del buque de perforación y de los transpondedores en el lecho marino. Como se menciona en el **Capítulo 4**, no hay registro de naufragios u otro tipo de arqueología submarina en el Área Contractual. Shell se asegurará que se notifique al INAH en caso de que se identifiquen naufragios u otros objetos de la misma naturaleza en el Área Contractual. Shell presentará una solicitud ante el INAH para el "visto bueno" del sitio del pozo prospectivo, presentando toda la información requerida. Durante este proceso y durante todas las actividades del Proyecto, Shell se asegurará de que se notifique al INAH si se identifican naufragios u otros objetos similares en el Área Contractual.
Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 2 de mayo de 1984.)	La Convención define como patrimonio natural lo siguiente: • Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico; • Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un	Las actividades del Proyecto cumplirán con la legislación mexicana relacionada con la protección de los ambientes naturales, que está en línea con los objetivos de esta Convención. En función de la ubicación y el período de ejecución del Proyecto, no se considera que se generen impactos

Referencia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico; • Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural. Cada uno de los Estados Parte en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente	significativos negativos al patrimonio cultural.
Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (Decreto promulgatorio publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 9 de agosto de 1991.)	El objetivo de la Convención es reducir los movimientos de desechos peligrosos entre las naciones, y tiene la intención de reducir la cantidad de toxicidad de los desechos.	No se contempla la importación o exportación de residuos peligrosos durante o después de la ejecución del Proyecto. Los residuos generados como parte de las actividades del Proyecto serán tratados y eliminados dentro del territorio nacional de acuerdo con las leyes y regulaciones mexicanas. Los PMR se describen en el **Capítulo 7**.

Fuente: AECOM 2020

3.6 Planes y Programas del Sector Hidrocarburos

3.6.1 Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019 – 2024 oficial por parte del Gobierno de México, publicado en la gaceta parlamentaria el 30 de abril de 2019, presenta una visión de país donde los individuos son el centro de la política como sujetos de derecho donde se respete y promueva un desarrollo económico social equitativo y balanceado para todos los mexicanos; presentando una nueva visión de gobierno brindándole frente a los problemas nacionales como internacionales, enfocados en promover un crecimiento económico con un desarrollo de la mano de la justicia y en un estado de derecho, asumiendo una postura de responsabilidad de contribuir a la búsqueda e implementación de alternativas viables para enfrentar los desafíos que se presentan y que nos son comunes a todos los mexicanos (**Figura 3-1**).

Figura 3-1. Ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo



Fuente: SCHP 2019

El PND busca un fortalecimiento financiero donde se vea reflejado un incremento en la inversión de PEMEX, CFE y otros actores para enfocarse en obtener un aumento de producción de hidrocarburos, la restitución de las reservas de petróleo y gas natural y aumentar la infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional. Lo anterior bajo los principios de máxima eficiencia y uso responsable.

El presente Proyecto se vincula con el objetivo 3.5 del PND, específicamente con los siguientes puntos:

- 3.5.3 Incrementar la producción del sector energético nacional de manera sostenible, bajo principios de eficiencia, cuidando la seguridad industrial y promoviendo el contenido nacional y la inversión.
- 3.5.4 Orientar el uso de los hidrocarburos para elaborar productos con mayor valor agregado, promoviendo el uso de técnicas de eficiencia energética.

3.6.2 Plan Nacional de Contingencias para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas

El Plan Nacional de Contingencias para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas (PNC), establece los mecanismos para informar, coordinar y dar respuesta ante un incidente (contaminante o posible contaminante), e incluye los roles de las autoridades nacionales, regionales y locales durante el control del incidente. Las secciones que son relevantes para el Proyecto y su vinculación se identifican en las secciones que son relevantes para el Proyecto y su relación con el mismo se identifican en la **Tabla 3-5**.

Tabla 3-5. Secciones del PNC y su vinculación con el Proyecto

Sección	Vinculación con el Proyecto
100. [...] El PNC establece los mecanismos para informar, coordinar y dar respuesta ante un incidente contaminante o posible contaminante, contemplando la participación de las Dependencias, entidades y autoridades de los tres niveles de gobierno con atribuciones de ley en materia ambiental para el combate y control del incidente. [...]	Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización de su SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. El Programa de Implementación incluye el PRE. El PRE incluye, a su vez, un Plan para el Control del Pozo (PCP) y PRD. El PRD incluye acciones para cumplir con los requisitos establecidos en el PNC de acuerdo con la etapa del Proyecto (ver **Capítulo 7**). Asimismo, se alinea con todos los planes de respuesta gubernamentales disponibles aplicables y establece procedimientos para notificar, iniciar la respuesta inicial y coordinarse con las autoridades nacionales, regionales y locales correspondientes. Dicho Protocolo identifica claramente los tres niveles de incidentes junto con los niveles de respuesta asociados. El Protocolo especifica los recursos de respuesta (equipo, personal y suministros), su ubicación y sus tiempos de respuesta. Se enviarán listas actualizadas de recursos disponibles al Mando Naval. El Protocolo incorpora mecanismos de decisión y operaciones de respuesta de las actividades de limpieza y
101. Marco Jurídico El PNC hace cumplir los compromisos de México en virtud de los convenios internacionales, incluyendo MARPOL 73/78 y el "Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos sobre la Contaminación del Medio Ambiente Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Substancias Nocivas".	
104. Alcance A fin de garantizar una respuesta oportuna y efectiva ante la ocurrencia o amenaza de incidentes contaminantes en las zonas marinas mexicanas, el PNC junto con los programas regionales y locales de contingencias: • Establece sistemas de notificación, alerta y evaluación; • Identifica la cadena de mando y las responsabilidades relacionadas, incluyendo la autoridad nacional competente y la organización nacional de respuesta ante derrames de hidrocarburos; • Establece un procedimiento de notificación de incidentes; • Identifica y clasifica el tamaño del derrame a fin de establecer los niveles de respuesta que se requiere cuantificar para su atención; • Identifica la capacidad de intervención de los organismos de coordinación locales, regionales y nacional; 104.1. Niveles de respuesta El presente Plan, identifica y clasifica el tamaño del derrame a fin de establecer los niveles de respuesta que se requiere cuantificar para su atención, se clasifican con base en lo siguiente: 104.1.1 El Nivel 1 es un derrame accidental que ocurre en o cerca de una instalación como resultado de operaciones de rutina. Los impactos son bajos y la capacidad de respuesta local es adecuada. 104.1.2 El Nivel 2 son derrames medianos que ocurren en las cercanías de una instalación como resultado de un hecho no rutinario. Es posible que haya impactos significativos y que se requiera apoyo externo (regional) para dar respuesta adecuada al derrame. La capacidad de respuesta se obtiene con recursos locales o de la región. Si esto no fuere suficiente, se debe pasar al nivel siguiente. 104.1.3 El Nivel 3 son grandes derrames que ocurren cerca o lejos de una instalación como resultado de un hecho no rutinario, y que requieren recursos y apoyo significativos de cooperativas de derrames nacionales o internacionales para mitigar los efectos que se perciben como de amplio alcance, es decir, de importancia nacional o internacional.	
200. Administración de la emergencia y niveles de mando La SEMAR ejecutará el PNC y coordinará las acciones interinstitucionales para dar cumplimiento al objeto del mismo.	

Sección	Vinculación con el Proyecto
Cada Dependencia y entidades de los tres niveles de gobierno, los regulados que realicen actividades costa afuera relacionadas con el sector hidrocarburos, así como los integrantes del PNC, PRC y PLC que cuenten con medios tecnológicos y/o fuentes de información, la pondrán a disposición de su respectivo Organismo de Coordinación (OC) a fin de atender de mejor manera el incidente contaminante y de acuerdo con la normatividad vigente aplicable.	disposición de hidrocarburos. La notificación inmediata se realizará utilizando el Formato de Notificación (Anexo F). El Protocolo incluye procedimientos para solicitar la aprobación del uso de dispersantes químicos e incorpora mejores prácticas y recomendaciones del PNC en su uso. Shell se vinculará con las partes interesadas clave para compartir y recibir comentarios durante el desarrollo de los Planes de Respuesta. Ver el **Capítulo 7** para una descripción más detallada de estos Planes de Respuesta.
305. Planes Internos Las Dependencias de la APF que integran el Organismo de Coordinación deben contar con procedimientos internos apropiados y compatibles entre sí, basados en las tareas asignadas en el presente Plan y en el ámbito de sus atribuciones. Los Regulados y Contratistas deben presentar ante el Organismo de Coordinación correspondiente los Planes de respuesta a emergencias aplicables. Dichos Planes deben ser coherentes y estar coordinados con el Plan Nacional y Plan Regional de respuesta. Se requerirán reuniones para revisar los requisitos del Plan Local con los organismos encargados de la planificación de contingencias.	
308. Línea Base Ambiental Los Regulados y Contratistas, al inicio de sus actividades, deberán contar con la información de las condiciones ambientales existentes antes del inicio de sus actividades, dicha información será aprobada y certificada por la autoridad competente. La autoridad ambiental competente, en caso de no contar con una línea base ambiental de un área que resulte afectada por derrames de hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas, determinará las condiciones ambientales a las cuales el presunto responsable deberá restablecer citada área.	
309. Inventario de equipo especializado Con base en sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, para la disposición y aportación inmediata de recursos, se requiere que las Dependencias de la APF integrantes, Regulados y Contratistas del PNC envíen su inventario actualizado cada seis meses al Mando Naval que le corresponda, o al tener alguna actualización que modifique dicho inventario. El inventario estará disponible y actualizado en todo momento para los miembros que conforman el CT-PNC, OCR y OCL. Asimismo, se debe incluir la ubicación geográfica de los equipos, para conocer los tiempos de llegada al área de interés para responder a la emergencia. Adicionalmente se debe incluir el estado de operatividad en que se encuentra y de ser posible el tiempo estimado para su reparación.	
402. Notificación expedita Al presentarse un incidente de derrame de hidrocarburos en las ZMM o instalaciones portuarias que lleven a cabo maniobras con hidrocarburos o cualquier otra Sustancia Nociva Potencialmente Peligrosa al medio ambiente marino; por menor que este sea; la primera autoridad en tener conocimiento agotará todos los medios de comunicación disponibles (radio VHF, teléfono, correo electrónico, mensajero, etc.) para informar a la SEMAR y la ASEA sobre el incidente, apegándose al formato de notificación expedita establecido en el Anexo F del presente Plan. El presunto derrame debe ser reportado por el autor o responsable del mismo inmediatamente al presentarse, o por las Unidades Operativas de las Dependencias de la APF o por cualquier persona que tenga conocimiento del suceso, los reportes	

Sección	Vinculación con el Proyecto
independientemente de que lo reciban otras autoridades locales, deberán comunicarse a la SEMAR a través de los Organismos de Coordinación Local, Regional o Nacional, mediante el formato estipulado en el Anexo F.	
403. Notificación de operaciones Todos los mensajes que se emitan para coordinar la información y las operaciones de los Organismos de Coordinación de cada fase del PNC, contendrán: fecha, hora, mes, año, huso horario, remitente, número de mensaje, destinatario, asunto y cualquier otro detalle que se considere necesario, como se indica en el formato SCI-201 (1-4) del Sistema de Comando de Incidentes.	
406. Operaciones de respuesta 406.1 En Zonas Marinas Mexicanas, la contención y la recuperación son las primeras acciones que se deberán tomar en caso de un derrame de hidrocarburos o y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas, junto con la dispersión mecánica (chorros de agua o propeleo). La dispersión química y/o la quema in situ se aplicarán como respuestas alternativas, siempre y cuando hayan sido aprobados por el Comando Unificado a través de su Comité Técnico Asesor. El uso de dispersantes deberá estar plenamente aprobado por la SEMARNAT, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la ASEA y demás Dependencias de la APF competentes, mediante la determinación de su eficiencia, toxicidad y los efectos a corto, mediano y largo plazo que pueda tener en la salud pública, y la eficiencia real determinada por el tiempo del derrame, las características de la sustancia derramada y mapas de sensibilidad, valorando especialmente por las consecuencias en la cadena alimenticia. La lista de dispersantes aprobados será publicada por la SEMARNAT. [...]	
407. Decisión de operaciones de respuesta de limpieza La autoridad ambiental determinará los dictámenes técnicos de limpieza de las áreas impactadas o afectadas por el derrame de HHCC, de acuerdo con los análisis de riesgo ambiental y del ABAN. Al implementar el Plan de Contingencias correspondiente se considerarán también los siguientes asuntos: a. La intención de obtener expertos externos que ofrezcan asesoramiento en limpieza de derrames de HHCC y las medidas relacionadas necesarias para desplegar recursos externos; b. La posible prevención o reducción de la descarga de HHCC y otras SNPP en la fuente; c. Si los recursos marinos o costeros están amenazados, si es posible montar una respuesta en el mar, con o sin ayuda externa, y si es necesario proteger áreas costeras sensibles mediante el despliegue de barreras; d. Si las playas se han visto afectadas, o es probable que se vean afectadas, determinar las prioridades de limpieza y los recursos directos correspondientes; e. Movilizar personal, equipos y materiales de fuentes internas y, de ser necesarias, externas.	
Sección 408. Limpieza y eliminación de HHCC recuperados Se pueden realizar convocatorias a grupos de voluntarios para que colaboren en la limpieza de la Zona Federal Marítimo Terrestre, apegándose a lo establecido en la Ley General de Protección Civil en su parte relativa a dichos grupos.	

Sección	Vinculación con el Proyecto
La arena con alquitrán será removida con equipos apropiados suministrados por personal designado a estas tareas o por contratistas y será transportada al sitio de eliminación designado. Los hidrocarburos líquidos recuperados deberán colocarse en contenedores y disponerse del modo apropiado, de acuerdo con lo determinado por la autoridad ambiental.	
Sección 409. Manejo de Recursos Externos Cuando las capacidades de contención y recuperación de HHCC para la atención del incidente por parte de los Regulados y Contratistas sean rebasadas, se llevarán a cabo las gestiones en coordinación del Comando Unificado (CU) para la obtención de los recursos que sean necesarios para la atención el incidente.	
Sección 410. Salud y Seguridad Industrial El oficial de seguridad es el responsable de asegurar que, el equipo de protección personal a ser empleado durante la ejecución de las operaciones de respuesta a un incidente cumpla con la normatividad establecida por la autoridad competente.	
Sección 417. Restauración de recursos naturales Una vez completadas las operaciones para mitigar y minimizar el impacto ocasionado por el incidente, el responsable del derrame deberá restaurar las áreas afectadas. El grado de restauración será determinado por las autoridades ambientales correspondientes en consulta con los organismos de respaldo, debiendo sujetarse a la normatividad ambiental aplicable.	
Sección 601. Dispersantes Para que los dispersantes químicos sean eficaces deben aplicarse sobre el HC fresco a fin de maximizar la limitada ventana de oportunidad de su uso (dentro de las 24-48 horas siguientes al derrame). Esta ventana de oportunidad puede ampliarse en algunos casos a 72-96 horas, dependiendo del tipo de HHCC derramados y dispersantes a utilizar. Los estudios científicos realizados durante los últimos años han mostrado que las nuevas generaciones de dispersantes presentan menor toxicidad. Esos estudios también indican que la concentración de hidrocarburo disperso en la columna de agua desciende significativamente a profundidades por debajo de los tres metros, y de haber una acción de limpieza razonable por reflujo, el hidrocarburo dispersado no permanece en el área de aplicación por un tiempo significativo, ya que es distribuido y diluido por las corrientes. Queda estrictamente prohibida la utilización de dispersantes en cualquier cuerpo de agua dulce o cercano a zonas de manglar o arrecifes, el método de aplicación debe ser el recomendado por el fabricante. Las operaciones de respuesta que incluyan la aplicación de dispersantes en las proximidades de las líneas fronterizas de los Estados Unidos Mexicanos, es recomendable que cuenten con la aprobación previa del país vecino de acuerdo con el convenio bilateral aplicable.	
Sección 602. Quema in situ El CU será el responsable de autorizar la quema in situ, conforme al resultado del ABAN y a las buenas prácticas internacionales aplicables.	

Fuente: AECOM 2021

3.6.3 Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas

El Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre la Contaminación del Medio Marino por Derrames de Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas (Plan MEXUS) proporciona procedimientos operativos estándar con respecto a la respuesta conjunta en caso de incidentes de contaminación que puedan afectar las aguas costeras o el medio marino del otro país. El sistema para gestionar las actividades de respuesta en ambos países es el Sistema de Comando en Incidentes y las responsabilidades para la operación del Plan MEXUS recaen en los Presidentes del Equipo de Respuesta Conjunta, los Presidentes Regionales, los Coordinadores Regionales y el Coordinador en Escena. Las secciones que son relevantes para el Proyecto y su vinculación se identifican en la **Tabla 3-6**.

Tabla 3-6. Secciones del Plan MEXUS y su vinculación con el Proyecto

Sección	Vinculación con el Proyecto
Sección 101. Marco legal El Acuerdo de 1980 compromete a los Estados Unidos de América (EE. UU.) y los Estados Unidos Mexicanos (México) a crear un Plan de Contingencia Conjunto entre la Secretaría de la Marina de los Estados Unidos Mexicanos y el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos de América con respecto a la Contaminación de la Marina Medio ambiente por descargas de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas (Plan MEXUS). El Plan MEXUS también facilita la implementación de los compromisos de Estados Unidos y México bajo el OPRC 1990. Este Plan MEXUS reemplaza la versión de año 2000. Este Plan y sus Anexos Regionales son legalmente no vinculantes; no afecta los derechos y obligaciones de México o los EE. UU. en virtud de las leyes nacionales o internacionales, los acuerdos internacionales o sus respectivas posiciones con respecto al Derecho del Mar. Dependiendo de las circunstancias, es posible que se requieran acciones adicionales según la ley aplicable, incluso cuando dicha acción no sea requerida o identificada en este Plan.	Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización de su SASISOPA, que incluye un PRE, el cual incluye a su vez un Plan de Control de Pozos y un Plan de Respuesta a Derrames. El PRE incluye acciones para cumplir con los requisitos establecidos en el PNC de acuerdo con la etapa del Proyecto (**Capítulo 7**). El PRD se alinea con todos los planes de respuesta gubernamentales disponibles y establece procedimientos para notificar, iniciar la respuesta inicial y coordinarse con las autoridades nacionales, regionales y locales apropiadas. El Protocolo contiene lo siguiente: • identifica los tres niveles de incidentes junto con los niveles de respuesta asociados. • especifica los recursos de respuesta (equipo, personal y suministros), su ubicación y sus tiempos de respuesta. Se enviarán listas actualizadas de recursos disponibles al Comando Naval de México.
102. Propósito El Plan MEXUS promueve un sistema coordinado para la preparación regional, la planificación y la respuesta a un incidente de contaminación que puede afectar las aguas costeras o el medio marino del otro país al proporcionar orientación que complementa el sistema de respuesta nacional existente de cada país y facilita la respuesta conjunta en El nivel regional. El Plan MEXUS se complementa con dos Anexos Regionales legalmente no vinculantes, MEXUSGULF y MEXUSPAC, que se implementan bajo la supervisión y responsabilidad de los respectivos Comandantes de Región/Zona de la Marina Mexicana (SEMAR) y los Comandantes de Distrito de la Guardia Costera de EE. UU. (USCG). Los anexos regionales brindan orientación adicional con respecto a los procesos de comunicación y coordinación que deben utilizarse a ambos lados de la frontera.	
103. Límites geográficos El ambiente marino de cada país es el área del mar, incluida la costa adyacente, a su lado de los límites marítimos establecidos con el otro país y otros Estados, y dentro de las 200 millas náuticas desde los puntos de referencia de donde se mide la anchura de su mar territorial. En los anexos respectivos se identifican áreas geográficas de cooperación más específicas para MEXUSGULF y MEXUSPAC.	
300. Planificación y preparación El desarrollo, la implementación y el mantenimiento de este Plan son responsabilidad de:	

Sección	Vinculación con el Proyecto
a. En nombre de SEMAR (México), el Estado Mayor de la Armada a través de su Tercera Sección (Operaciones), y si. En nombre de la USCG (EE. UU.), El Director de Gestión y Preparación de Incidentes (CG-SRI) a través de la Oficina de Política de Respuesta Ambiental Marina (CG-MER).	• incorpora mecanismos de decisión y operaciones de respuesta de las actividades de limpieza y eliminación de hidrocarburos. La notificación inmediata se realizará en México utilizando el Formulario de Notificación (Anexo F). • incluye procedimientos para solicitar aprobación para el uso de dispersantes químicos e incorpora las mejores prácticas y recomendaciones del PNC en su uso. Shell se involucrará con las partes interesadas clave para compartir y recibir comentarios durante el desarrollo de los Planes de respuesta. Shell trabajará con los respectivos Coordinadores y Presidentes del Plan MEXUS en el improbable caso de un incidente que active dicho Plan. Ver el **Capítulo 7** para obtener una descripción más detallada de estos Planes de respuesta.
301. Anexos regionales Los presidentes regionales de las áreas cubiertas por MEXUSGULF y MEXUSPAC son responsables del desarrollo, implementación y mantenimiento de los anexos regionales. Estas responsabilidades incluyen: a. Desarrollar y actualizar los anexos regionales de acuerdo con los principios de este plan; b. Seguir el esquema de numeración para este Plan, donde esos temas sean aplicables; c. Estandarizar los formatos especificados en los Anexos Regionales, por lo que varían solo con respecto al área geográfica; y d. Alinear los anexos MEXUSGULF y MEXUSPAC entre sí lo más cerca posible.	
400. Operaciones En el caso de un incidente de contaminación en las aguas de un país que pueda amenazar las aguas del otro, el CE y los Coordinadores Regionales, en la medida de lo posible, pueden recopilar y compartir información operativa y técnica relevante, incluida la identificación de especialistas técnicos y equipos que puede ser útil para el otro participante. Los Coordinadores Regionales pueden facilitar la transmisión de dicha información de acuerdo con este Plan y sus Anexos regionales. En una respuesta conjunta, cada país cuenta con un Puesto de Comando de Incidentes en su respectiva nación y realiza operaciones según su respectivo sistema de respuesta nacional. Aunque no está previsto, en caso de una circunstancia extraordinaria, los Coordinadores Regionales tienen la opción de establecer un Comando Unificado y realizar operaciones de respuesta conjunta desde un único Puesto de comando unificado.	
500. Movimiento Transfronterizo de Recursos de Respuesta Si se requiere un movimiento transfronterizo de recursos de respuesta, el participante que hace la solicitud es responsable de organizar las autorizaciones apropiadas de acuerdo con el Anexo Regional correspondiente.	

Fuente: AECOM 2021

3.6.4 Anexo Regional del Golfo de México del Plan MEXUS

El Anexo Regional del Golfo de México del Plan MEXUS (Anexo MEXUSGULF) es un complemento del Plan de Conjunto de Contingencia entre la Secretaría de la Marina de los Estados Unidos Mexicanos y el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos de América con respecto a la contaminación del medio ambiente marítimo por descargas de hidrocarburos y otras sustancias nocivas. El Plan MEXUS proporciona procedimientos operativos estándar con respecto a la respuesta conjunta en caso de incidentes de contaminación que puedan afectar las aguas costeras o el medio marino del otro país. El propósito del Anexo MEXUSGULF es adicionar el Plan MEXUS con detalles regionales. El sistema para gestionar las actividades de respuesta en ambos países es el Sistema Nacional de Manejo de Incidentes y las responsabilidades de la operación del Anexo MEXUSGULF recaen en los Presidentes del Equipo de Respuesta Conjunta, los Presidentes Regionales, los Coordinadores Regionales y el Coordinador en Escena. Las secciones que son relevantes para el Proyecto y su vinculación se identifican en la **Tabla 3-7**.

Tabla 3-7. Secciones del anexo MEXUSGULF y su vinculación con el Proyecto

Sección	Vinculación con el Proyecto
103. Límites geográficos Los límites geográficos de este Anexo MEXUSGULF abarcan la totalidad de las áreas dentro del Golfo de México bajo jurisdicción de los EE. UU. o de México, incluido el mar territorial, la zona económica exclusiva y la plataforma continental de cada país dentro de las 200 millas náuticas desde los puntos de referencia de donde se mide la anchura de su mar territorial. Los Participantes también tienen la intención de cooperar de conformidad con este Anexo MEXUSGULF con respecto a las áreas de alta mar en el Golfo de México, en la medida que sea compatible con el derecho internacional.	Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización de su SASISOPA, que incluye un PRE, el cual incluye a su vez un PCP y un PRD. Este PRE incluye acciones para cumplir con los requisitos establecidos en el PNC de acuerdo con la etapa del Proyecto (**Capítulo 7**). El PRD se alinea con todos los planes de respuesta gubernamentales disponibles y establece procedimientos para notificar, iniciar la respuesta inicial y coordinarse con las autoridades nacionales, regionales y locales apropiadas. El Protocolo identifica claramente los tres niveles de incidentes junto con los niveles de respuesta asociados. El Protocolo especifica los recursos de respuesta (equipo, personal y suministros), su ubicación y sus tiempos de respuesta. Se enviarán listas actualizadas de recursos disponibles al Comando Naval de México. El Protocolo incorpora mecanismos de decisión y operaciones de respuesta de las actividades de limpieza y eliminación de hidrocarburos. La notificación inmediata se realizará en México utilizando el Formulario de Notificación (Anexo F). El Protocolo incluye procedimientos para solicitar aprobación para el uso de dispersantes químicos e incorpora las mejores prácticas y recomendaciones del PNC en su uso. Shell se involucrará con las partes interesadas clave para compartir y recibir comentarios durante el desarrollo de los Planes de respuesta. Shell trabajará con los respectivos Coordinadores y Presidentes del Plan MEXUS en el improbable caso de un incidente que active dicho Plan. Ver el **Capítulo 7** para obtener una descripción más detallada de estos Planes de respuesta.
201. Principios para la respuesta a incidentes de contaminación Las operaciones de respuesta podrán ser llevadas a cabo de acuerdo con las estipulaciones y procedimientos del Sistema Nacional de Respuesta para cada país. Los Sistemas Nacionales de Respuestas se complementan con los procedimientos a los que se hace referencia en el Plan MEXUS y en el Anexo MEXUSGULF, así como por medio de los Planes de Contingencia Local, de Área y Regionales. El apéndice (2) contiene los puntos de contacto nacionales y regionales de la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR) y el Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos (USCG).	
400. Operaciones La notificación siempre ocurre antes de cualquier discusión de activación de las provisiones del Plan MEXUS. Ambos países se notificarán uno al otro de todos los incidentes marinos de derrame de hidrocarburos o de sustancias peligrosas que puedan representar una amenaza en la frontera. Cualquiera de los países puede solicitar activar el Plan MEXUS; sin embargo, ambos países deben estar de acuerdo. Cuando el otro país es el único en riesgo, pero aún no hay derrame, la activación puede inducir a la CE a realizar sobrevuelos, operaciones de detección de vida silvestre o limpieza de playas en preparación para posibles impactos.	
401. Notificación Cuando un derrame en las aguas de uno de los países pone en riesgo las aguas del otro, el Centro de Comando en el país de origen notificará al Centro de Comando del otro país, sin importar del tamaño del derrame. Para hacer la primera notificación, el Centro de Comando o el Coordinador Regional deberá usar el formulario bilingüe en el Apéndice (3). La forma se dirige al otro Centro de Comando. Tanto los Centros de Comando USCG y la SEMAR son atendidos las 24 horas del día. Una vez que el formulario de notificación es enviado, los Centros de Comando deberán notificar a su Presidente y Coordinador Regional. El formulario se puede completarse rápidamente en computadora o escribiendo de forma legible. Las instrucciones están en el formulario. El formulario debe mandarse como un archivo adjunto en un correo electrónico y como fax vía correo electrónico internacional, por paquetería puede ser lento. El Centro de Comando al enviar el documento deberá ahora hacer una llamada al Centro de Comando receptor para informarles del mensaje. El Centro de Comando Receptor o el Coordinador Regional deberán confirmar de recibido.	
402. Activar una respuesta conjunta	

Sección	Vinculación con el Proyecto
La respuesta conjunta que está prevista por el Plan MEXUS y en este Anexo MEXUSGULF solo puede ser activada si un derrame impacta o amenaza al otro país. El término "amenaza" puede ser definido por los Presidentes Regionales. Si no es activada una respuesta conjunta, cualquiera de los países aún puede solicitar apoyo del otro mediante de canales diplomáticos. El Plan MEXUS es aplicable cuando un derrame impacta o amenaza al otro país. De ser necesario, un vocero bilingüe puede estar disponible para facilitar la discusión entre los Presidentes Regionales de MEXUSGULF. El Centro de Comando del Octavo Distrito tiene acceso a intérpretes las 24 horas del día. Los Presidentes Regionales deberán discutir si quieren disponer de un Coordinador y de Asesor de Enlace (ALC por sus siglas en inglés). Las facultades de ALC se encuentran en el Apéndice (4). Los Presidentes Regionales también pueden elegir si esperar y monitorear el derrame en caso de una amenaza potencial al otro país. Si no se desea ni la activación ni el monitoreo, los Coordinadores Regionales pueden escoger solo la compartir información acerca del incidente conforme se va desarrollando. La oficina específica y/o las personas a las que se notificará, así como los medios para hacerlo, se pueden encontrar en un documento de procedimiento mantenido por cada participante para su propio uso interno.	
403. Respuesta conjunta La respuesta conjunta involucra compartir información relevante relacionada al incidente para garantizar una respuesta bien informada en ambos lados de la frontera y brindando un apoyo técnico al otro país como sea necesario. El apoyo técnico puede incluir compartir conocimiento práctico, asesoría y experiencia, pero no bienes, materiales o consumibles. Éste también puede incluir apoyar al otro identificando recursos.	

Fuente: AECOM 2021

3.7 Programas de Ordenamiento Ecológico

3.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El POEMyRGMyMC está compuesto por dos regiones: 1) Marina, y 2) Regional, ambas dentro del área total sujetas a la gestión ambiental, considerada como el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO). El componente marino del ASO abarca porciones de las zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas marinas federales adyacentes al Golfo de México y el Mar Caribe. El componente regional abarca 142 municipalidades dentro de los 6 estados con afiliación costera (SEMARNAT 2012b).

Dentro del POEMyRGMyMC se identificaron 203 UGA. El ASO está integrada por dos componentes área marina y área regional, para las cuales se han establecido estrategias ecológicas particulares, especificas a la ecología, recursos naturales y actividades económicas y recreativas de cada una.

El Área Contractual está inmersa en las UGA No. 184 y la No. 185. Sin embargo, tendrá interacción con otras UGA como resultado de las siguientes actividades (descritas a detalle en el **Capítulo 2** de este reporte):

- Transporte y almacenamiento de suministros, materiales, equipamiento, residuos y personal (puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan);
- Transportación de equipo ligero y personal por medio de helicóptero (helipuertos de Ciudad del Carmen, Veracruz y Tampico, ubicados en los respectivos Aeropuertos Internacionales, hacia y desde el Área Contractual);
- Rutas de navegación potenciales entre el Área Contractual y los puertos; y
- Eventos no planeados potenciales (como se describen en el **Capítulo 5**).

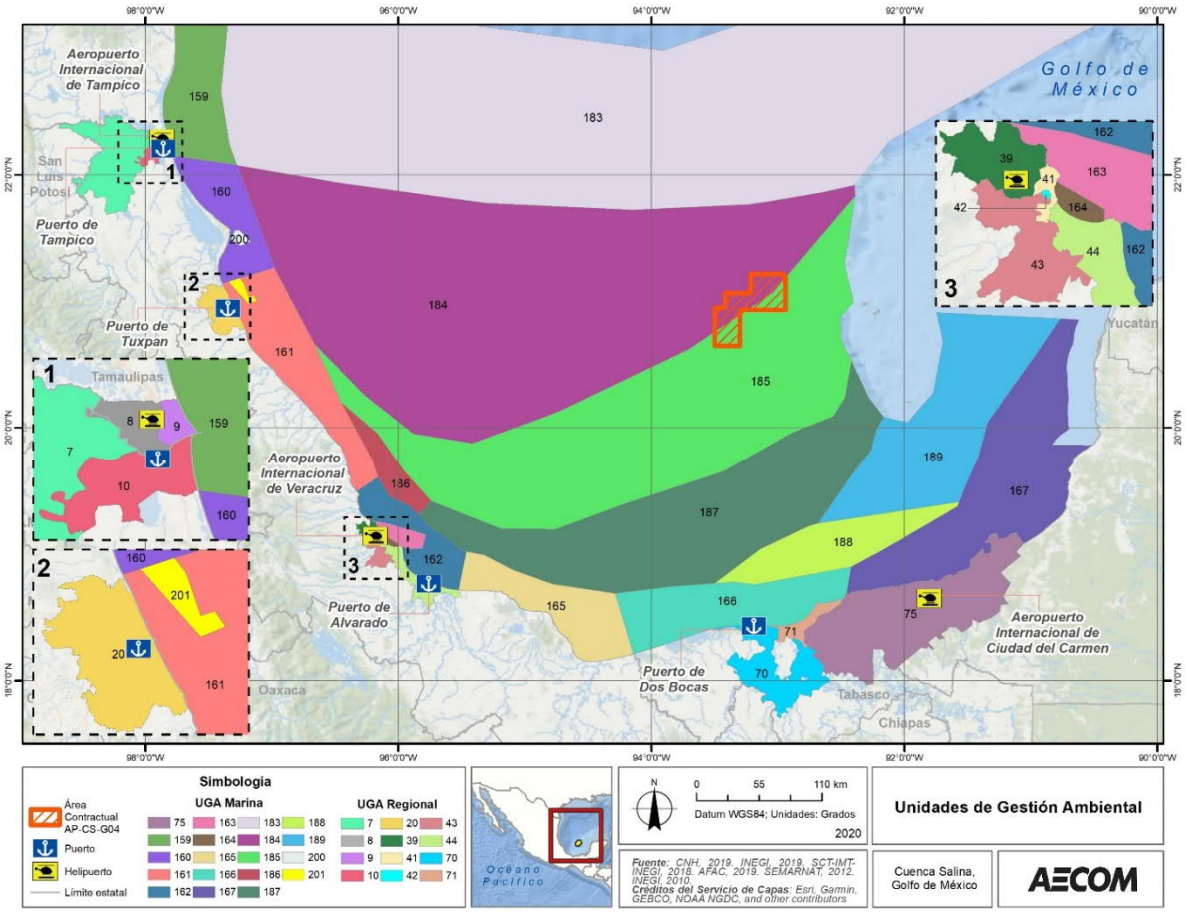
Las UGA identificadas y que podrían tener interacción potencial con el Proyecto se muestran en la **Tabla 3-8,** mismas que se esquematizan en la **Figura 3-2.**

Tabla 3-8. UGA Identificadas con potencial interacción con el Proyecto

No. de UGA Marina	No. de UGA Regional
75: RB Pantanos de Centla y APPF Laguna de Términos	7: Pánuco
159: Zona Marina Federal	8: Tampico
160: Zona Marina Federal	9: Ciudad Madero
161: Zona Marina Federal	10: Pueblo Viejo
162: Zona Marina Federal	20: Tuxpan
163: Sistema Arrecifal Veracruzano	39: Veracruz
164: Zona Marina Federal	41: Boca del Río
165: Zona Marina Federal	42: Arroyo Moreno
166: Zona Marina Federal	44: Alvarado
167: Zona Marina Federal	70: Cunduacán
184: Zona Marina Federal	71: Centla
185: Zona Marina Federal	
186: Zona Marina Federal	
187: Zona Marina Federal	
188: Zona Marina Federal	
189: Zona Marina Federal	
200: Polígono Lobos (Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan)	
201: Polígono Lobos (Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan)	

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-2. Mapa de las UGA identificadas con potencial interacción con el Proyecto



Fuente: AECOM 2021

Dentro de las estrategias de gestión ambiental prescritas por el POEMyRGMyMC están las acciones Generales (G) o Específicas (A) aplicables a cada UGA, así como el criterio de regulación ecológica para las áreas terrestres y costeras.

La **Tabla 3-9** presenta las acciones Específicas (A) aplicables a las UGA No. 184 y la No. 185 (donde se ubica el Área Contractual) y su vinculación con el Proyecto.

Para otras UGA con las que podría interactuar el Proyecto, las estrategias y acciones aplicables se describen en el **Anexo 8.2.10**. Éstas incluyen las UGA marinas: 75, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 200 y 201; y las UGA regionales: 7, 8, 9, 10, 20, 39, 41, 42, 44, 70 y 71. El **Anexo 8.2.10**, incluye tablas con los criterios ecológicos para la Zona Costera Inmediata del Sur del Golfo de México, la Zona Costera Inmediata del Occidente del Golfo de México y la Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche aplicables a dichas UGA, así como el criterio ecológico para islas para las UGA relevantes.

Tabla 3-9 Estrategias ecológicas para las UGA marinas No. 184 y No. 185 y su vinculación con el Proyecto

Estrategia ecológica	ID	Acciones específicas (A)	Vinculación con el Proyecto
3. Conservación de la **biodiversidad**	A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Esta estrategia no está dentro del alcance de las operaciones planificadas por Shell. Sin embargo, dentro de las medidas de mitigación planteadas en el **Capítulo 6** de este documento se establecen medidas preventivas para la minimización de potenciales impactos en ANP o en la vegetación y fauna marina, por lo que el Proyecto no se contrapone con esta estrategia.
	A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT -2010).	Si bien esta estrategia no es aplicable al Proyecto, Shell implementará un PMMMT PSV, que se describe en detalle en el **Capítulo 7** por lo que no se contrapone con esta estrategia.
4. Control de **especies exóticas**	A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El buque de perforación y los OSV/FSV pueden transportar agua de lastre con el potencial de contener especies invasoras o exóticas. Por lo que, Shell cumplirá con las especificaciones requeridas por la SEMAR, la LVZMM y MARPOL 73/78. Además, Shell implementará y seguirá un POMD y un Plan de Manejo de Fluidos, Recortes de Perforación y SPS (PMFRPS), descritos en el **Capítulo 7**. De acuerdo con MARPOL y, en caso de ocurrir una descarga, de agua de lastre, los propietarios del buque de perforación y los OSV/FSV tendrán un libro de registro de descargas de agua de lastre, que puede ser inspeccionado por las autoridades mexicanas.
13. Prevención de la **contaminación**	A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Los residuos peligrosos serán manejados y gestionados de acuerdo con lo descrito en los PMR (ver **Capítulo 7**) y se cumplirá con las leyes y disposiciones nacionales e internacionales aplicables. El Proyecto considera las medidas de mitigación enfocadas en la prevención de la contaminación por derrames, así como la implementación del PRE y un PRD (ver **Capítulo 7**).

Estrategia ecológica	ID	Acciones específicas (A)	Vinculación con el Proyecto
	A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El Proyecto obtendrá todos los permisos aplicables de la CONAGUA y de la SEMAR. Adicionalmente, el Proyecto implementará las medidas de mitigación descritas en el **Capítulo 6**, e implementará un PMR, un POMD y un PMFRPS (**Capítulo 7**).
21. Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las **Pesquerías**	A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Las actividades del Proyecto no involucran actividades de pesca, de desarrollo de la fauna ni monitoreo planctónico. En línea con el Acuerdo por el cual se Establecen Zonas de Seguridad para la Navegación y Sobrevuelo en las Inmediaciones de las Instalaciones Petroleras y para el Aprovechamiento Integral y Sustentable de los Recursos Pesqueros y Acuícolas en Zonas Marinas Mexicanas, el Proyecto establecerá un radio de 2,500 m como zona de seguridad de navegación desde el buque de perforación cuando se encuentre en el sitio del pozo, lo cual se continuará durante el programa de perforación. Así mismo, con base en el Acuerdo por el cual se Establecen Zonas de Seguridad para la Navegación y Sobrevuelo en las Inmediaciones de las Instalaciones Petroleras y para el Aprovechamiento Integral y Sustentable de los Recursos Pesqueros y Acuícolas en Zonas Marinas Mexicanas, no se permiten embarcaciones pesqueras a menos de 1,000 m del buque de perforación.
	A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en riesgo o en su límite máximo de explotación.	
	A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
	A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
	A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligarlas con programas de manejo de pesquerías.	
	A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones pesqueras.	

Fuente: AECOM 2021

3.7.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) considera 145 unidades llamadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales buscan guiar en la toma de decisiones respecto a las actividades productivas y construcciones residenciales, así como promover el mantenimiento de los servicios ambientales.

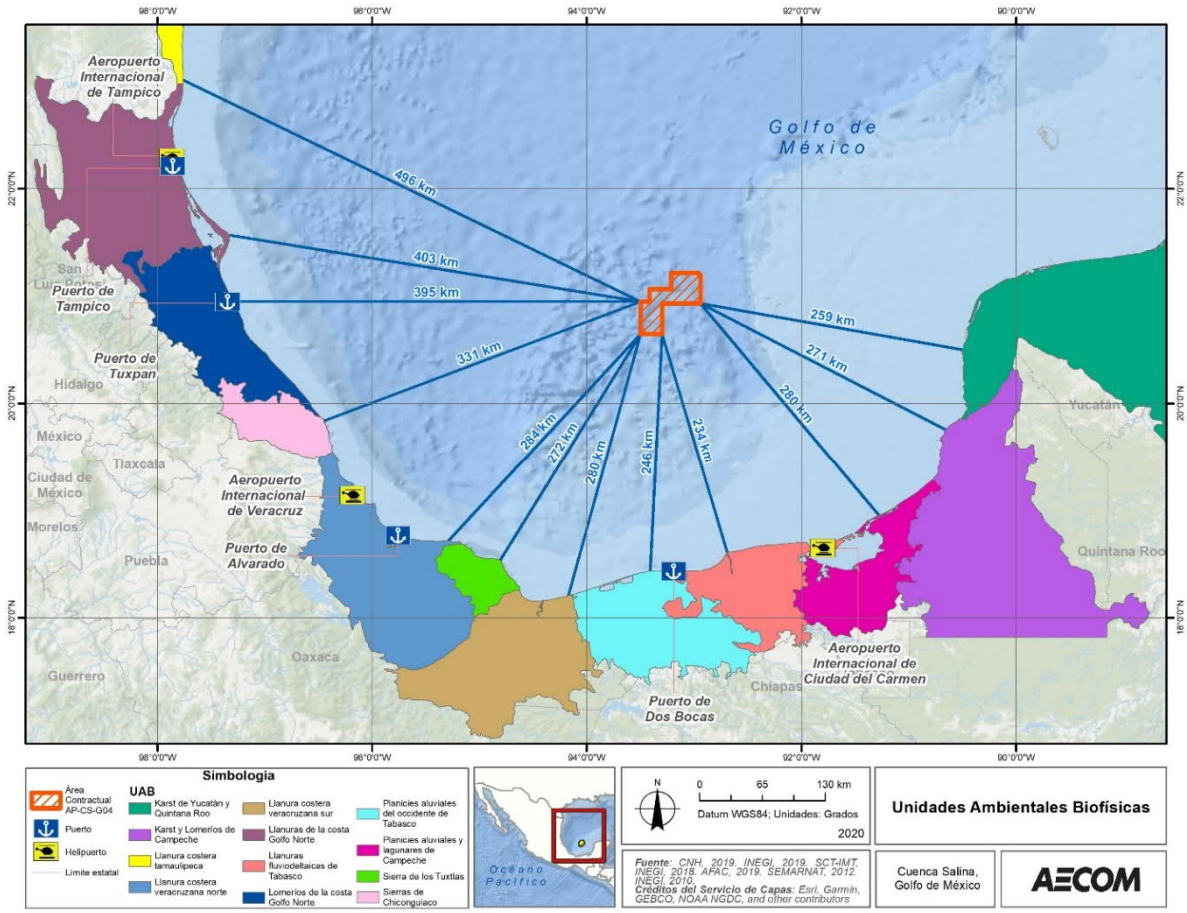
Aun cuando el Área Contractual no se localiza dentro de ninguna UAB, algunas de las UAB enlistadas en la **Tabla 3-10** podrían ser afectadas por la transportación desde los Aeropuertos Internacionales de Ciudad del Carmen, Veracruz y Tampico, así como desde los Puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan (**Figura 3-3**):

Tabla 3-10. UAB identificadas más próximas al Área Contractual

Código	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)	Ubicadas en
56	Sierras de Chiconguiaco	331 (oeste-suroeste)	Línea de costa
64	Karst de Yucatán y Quintana Roo	259 (sur-sureste)	Línea de costa
75	Llanura Costera Veracruzana Norte	284 (sur-suroeste)	Puerto de Alvarado y Aeropuerto Internacional de Veracruz
76	Llanuras Fluvodeltáicas del Tabasco	234 (sur)	Puerto de Dos Bocas
77	Sierra de los Tuxtlas	272 (suroeste)	Línea de costa
88	Llanuras de la Costa Golfo Norte	403 (oeste-noroeste)	Puerto de Tampico y Aeropuerto Internacional de Tampico
118	Lomeríos de la Costa Golfo Norte	395 (oeste)	Puerto de Tuxpan
134	Llanura Costera Veracruzana Sur	280 (sur-suroeste)	Línea de costa
135	Planicies Aluviales del Occidente de Tabasco	246 (sur)	Línea de costa
136	Planicies Aluviales y Lagunares de Campeche	310 (sureste)	Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen
137	Karst y Lomeríos de Campeche	271 (sureste)	Línea de costa

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-3. Ubicación del Proyecto con relación a las Unidades Ambientales Biofísicas



Fuente: AECOM 2021

De acuerdo con el POEGT (SEMARNAT 2012d), la estrategia en términos de Aprovechamiento Sustentable de Recursos no Renovables Naturales y Actividades Económicas de Producción y Servicios aplica para las UAB 56, 64, 75, 76, 77, 88, 118, 134, 135, 136 y 137 lo cual es relevante para las actividades del Proyecto. Dicha estrategia menciona lo siguiente:

(*18). Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.*

En congruencia con dicha estrategia, el Proyecto plantea las medidas de mitigación descritas en el **Capítulo 6**, así como la implementación de una serie de planes tales como: el PRE, PVA, PMR, POMD y el PRD, entre otros, los cuales se describen en el **Capítulo 6.**

3.8 Tratados y Programas para la Conservación y Gestión de Áreas Naturales Protegidas

En esta sección se identifican las diferentes áreas sensibles que cuentan con algún tipo de estatus de protección especial designado por los diferentes tratados o programas de conservación. Los impactos potenciales a corto plazo de las operaciones del Proyecto (tales como las operaciones del helicóptero, el buque de perforación, los OSV/FSV, entre otros) serán evaluados en el **Capítulo 5**. El **Capítulo 6** describe las medidas de mitigación propuestas para el Proyecto y presenta los detalles del PVA que engloba los diferentes planes a aplicar para minimizar los impactos y proteger las áreas sensibles y especies cercanas de las consecuencias de estos.

3.8.1 Áreas Naturales Protegidas

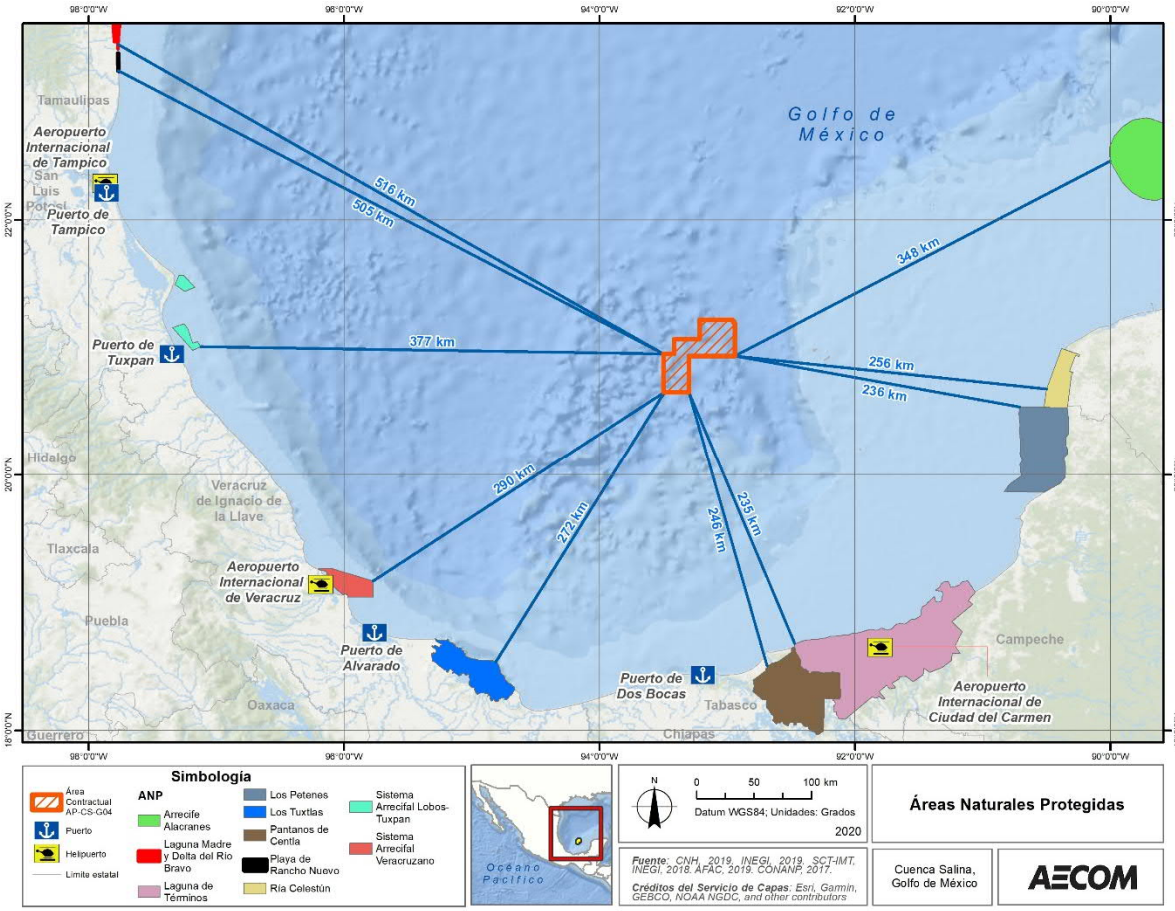
El Área Contractual no está dentro de ningún ANP. Sin embargo, se identificaron las 10 ANP más cercanas al Área Contractual y las bases logísticas (**Figura 3-4**), las cuales se enlistan en la **Tabla 3-11.**

Tabla 3-11. ANP identificadas más próximas al Área Contractual

Nombre del Área	Distancia desde el Área Contractual (km)
Laguna Madre y Delta del Río Bravo	516 (noroeste)
Santuario Playa de Rancho Nuevo	505 (noroeste)
Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan	377 (oeste)
Parque Marino Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	290 (suroeste)
Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas	272 (suroeste)
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	246 (sureste)
Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	235 (sureste)
Los Petenes	236 (sureste)
Ría Celestún	256 (este)
Arrecife Alacranes	348 (noreste)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-4. Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas Naturales Protegidas



Fuente: AECOM 2021

Dada la distancia del Área Contractual a la costa, las ANP de mayor interés, dada su potencial interacción por las rutas de navegación aérea o marítima, están ubicadas en los puertos y aeropuertos con los cuales el Proyecto tendrá una interacción directa, como a continuación se describe:

- Las rutas planeadas de navegación marítima para los OSV/FSV el Proyecto podría cruzar el ANP Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan cuando viaje del Área Contractual hacia el Puerto de Tuxpan y viceversa. Esta ANP se conforma por seis formaciones de corales tipo plataforma donde habitan 1,110 especies de flora y fauna (González-Gándara *et al*. 2013).
- En el caso del ANP Sistema Arrecifal Veracruzano debido a la ubicación del Aeropuerto Internacional de Veracruz, existe el potencial que la trayectoria de vuelo del helicóptero pase sobre la parte noroeste de esta ANP cuando viaje de y hacia el Área Contractual. Sin embargo, la trayectoria de vuelo no impactará toda el área. Esta ANP es un Parque Nacional que cuenta con planicies, islas y arrecifes ubicados en la parte interna de la plataforma continental que se eleva desde una profundidad cercana a los 40 m; alberga especies residentes, transitorias y migrantes de peces y funciona como una barrera contra las olas y otros efectos de las tormentas que impactan la costa (CONABIO 2008m). Adicional a su estatus de protección, esta ANP también es reconocida internacionalmente como un Programa del Hombre y la Biósfera (MAB) por la UNESCO por su riqueza y diversidad de especies y ecosistemas (UNESCO 2012).

Como se define en el Programa de Manejo del ANP con categoría de Parque Nacional del Sistema Arrecifal Veracruzano, publicado el 22 de mayo del 2017, en el Diario Oficial de la Federación (CONANP 2017), el

área está subdividida en ocho subzonas, basadas en sus diferentes usos. Las ocho subzonas específicas, incluyendo la Zona Núcleo y las Zonas de Amortiguamiento prohíben las fuentes sonoras que podrían alterar el comportamiento de la vida silvestre; estas podrían incluir los sobrevuelos del servicio de helicóptero para el Proyecto. Algunas de estas subzonas se encuentran en el trayecto de vuelo potencial del servicio de helicóptero, para lo cual el Proyecto contempla medidas de mitigación que se describen en el **Capítulo 6**.

- Finalmente, el Proyecto podría interactuar con la ANP Laguna de Términos, ya que en esta se encuentra el helipuerto de Ciudad del Carmen. Esta ANP tiene la categoría de Área de Protección de Fauna y Flora, contiene dunas, pantanos, estuarios, manglares, pantanos, islas, selva baja, bosque alto siempreverde y matorral espinoso tamaulipeco (entre otros), así como múltiples especies terrestres, acuáticas y aviares para las cuales la ANP juega un importante papel ecológico como refugio, alimentación, reproducción y hábitat de descanso (SIMEC 2018).

Si bien, el Proyecto podrá tener alguna interacción con estas ANP dadas las potenciales rutas de navegación marítima (para los OSV/FSV) o aérea, dichas áreas no se verán afectadas de manera permanente dada la temporalidad de ejecución del Proyecto (60 a 90 días), ni significativamente ya que la interacción será puntual dada la trayectoria de las rutas aéreas y marítimas que se utilizarán para el desplazamiento desde y hacia el Área Contractual de los puertos y aeropuertos, los cuales ya presentan este tipo de servicios para el sector hidrocarburos, por lo que, actualmente, los helicópteros utilizados en las operaciones costa afuera en el Golfo de México siguen rutas de vuelos similares.

Adicionalmente a esto, el Proyecto cuenta con medidas de mitigación y programas específicos para la minimización de potenciales impactos, que se describen en el **Capítulo 6**.

3.8.2 Regiones Marinas Prioritarias

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) implementó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el fin de identificar y caracterizar las áreas costeras con gran biodiversidad. Se identificaron las amenazas significativas al hábitat marino y se formularon recomendaciones para prevenir, controlar, mitigar o anular estas (CONABIO 2017b).

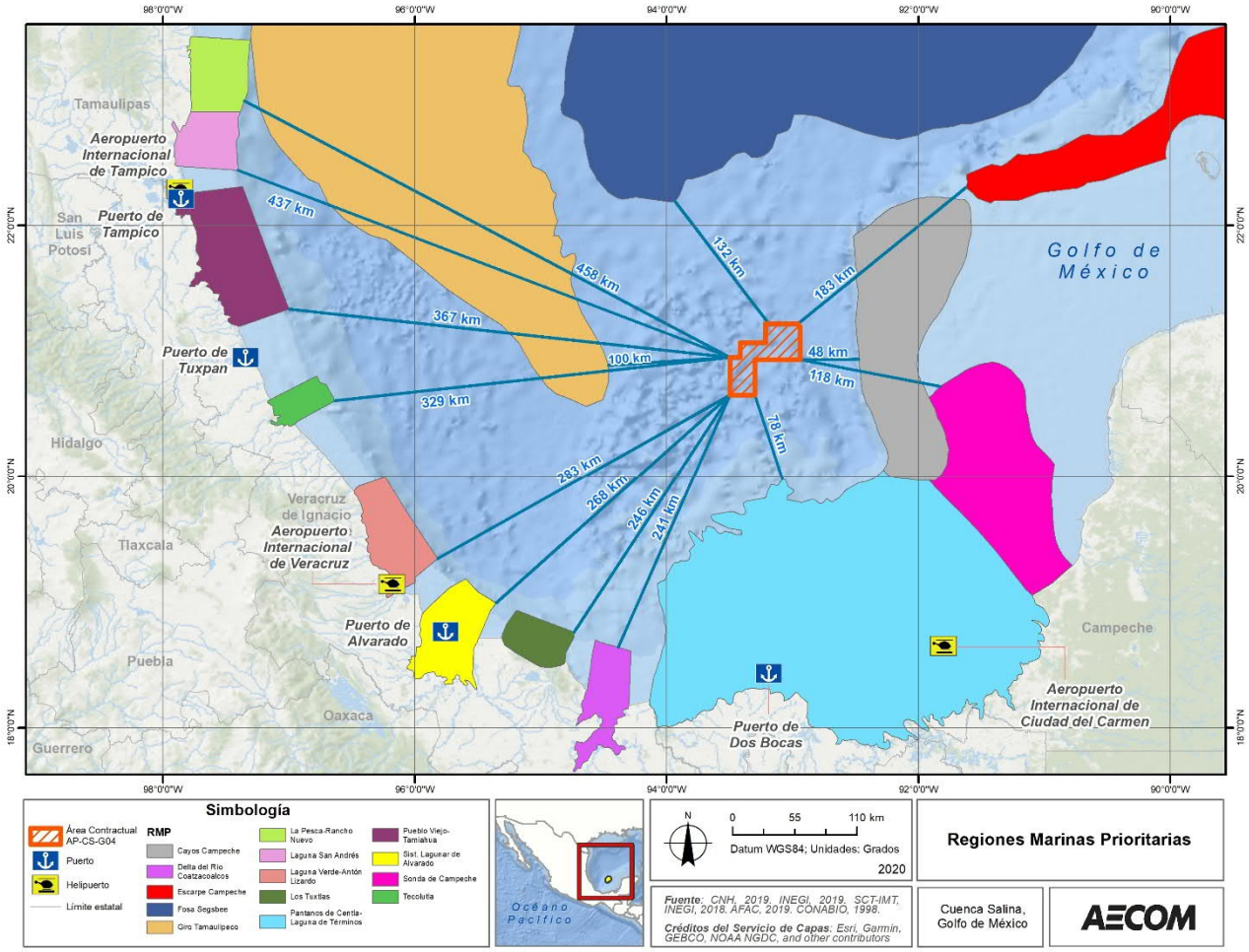
El Área Contractual no se encuentra dentro de ninguna Región Marina Prioritaria (RMP), sin embargo, en la **Tabla 3-12** se enlistan las 14 RMP más cercanas a la misma, cuya ubicación se muestra en la **Figura 3-5**.

Tabla 3-12. RMP identificadas más próximas al Área Contractual

No. de RMP	Nombre del Área	Distancia con relación al Área Contractual (km)
45	La Pesca – Rancho Nuevo	458 (noroeste)
46	Laguna San Andrés	437 (noroeste)
47	Pueblo Viejo – Tamiahua	367 (oeste)
48	Tecolutla	329 (oeste)
49	Laguna Verde – Antón Lizardo	283 (suroeste)
50	Sistema Lagunar de Alvarado	268 (suroeste)
51	Los Tuxtlas	246 (suroeste)
52	Delta del Río Coatzacoalcos	241 (suroeste)
53	Pantanos de Centla - Laguna de Términos	78 (sur)
54	Giro Tamaulipeco	100 (oeste)
55	Fosa Segsbee	132 (noroeste)
56	Cayos Campeche	48 (este)
57	Escarpe Campeche	183 (noreste)
59	Sonda de Campeche	118 (sureste)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-5. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Marinas Prioritarias



Fuente: AECOM 2021

El Área Contractual se localiza a 48 km de la RMP Cayos de Campeche, que alberga especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, aves, mamíferos marinos y algas, también, es una zona para aves migratorias (CONABIO 2017l).

Considerando las rutas de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y aeropuertos, el Proyecto tendrá una interacción directa con las siguientes RMP:

- Para el caso en que el Proyecto utilice el Puerto y el Aeropuerto de Tampico, el Proyecto tendría una potencial interacción con la parte norte de la RMP Pueblo Viejo - Tamiahua, ubicada aproximadamente a 367 km del Área Contractual. Esta RMP es un área considerada como sitio de anidación, crianza y migración para tortugas marinas, aves y especies de peces como el atún y sierra; también es una zona de pesquerías de ostión, robalo y lisas (CONABIO 2017d).
- En caso de utilizar el Aeropuerto Internacional de Veracruz, el sobrevuelo del helicóptero cruzaría por la porción sur de la RMP Laguna Verde - Antón Lizardo, ubicada aproximadamente a 283 km al suroeste del Área Contractual. Dicha RMP está compuesta por humedales, zonas oceánicas, estuarios, marismas y bahías. Es un corredor migratorio para aves rapaces y zona de refugio para camarón y peces, tiene una gran biodiversidad de moluscos, poliquetos, equinodermos, mamíferos marinos, peces y tortugas (CONABIO 2017f). El sobrevuelo del helicóptero podría pasar sobre la porción sureste de esta RMP.

- En caso de que el Proyecto utilice el Puerto de Dos Bocas y el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen, el sobrevuelo del helicóptero y la trayectoria de navegación de los OSV/FSV transitarán por la RMP Pantanos de Centla - Laguna de Términos, la cual está compuesta por lagunas, playas, dunas e islas. Contribuye a la descarga hidrológica más grande al Golfo de México desde el territorio mexicano y se ubica entre las unidades ecológicas costeras más naturalmente productivas en Mesoamérica. Provee hábitats de refugio y crianza para tortugas, aves, peces, crustáceos, mamíferos marinos e invertebrados, también cuenta con varias especies de plantas endémicas (CONABIO 2017j).
- Finalmente, en caso de que el Proyecto utilice el Puerto de Alvarado, la trayectoria de los OSV/FSV cruzará por la sección inmersa en la zona marítima de la RMP Sistema Lagunar de Alvarado, ubicada aproximadamente a 303 km del Área Contractual. Esta RMP es considerada el segundo sistema de humedales más grande en el Golfo de México y funciona como hábitat para la alimentación refugio, reproducción y crianza para peces y crustáceos. Esta RMP alberga aproximadamente 82 especies de peces, 5 especies de anfibios, 15 especies de mamíferos, 26 especies de crustáceos y 38 especies de moluscos (CONABIO 2017g).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el Proyecto contempla medidas de mitigación, así como la implementación de planes de manejo para la prevención y mitigación para los potenciales impactos que se puedan generar en las RMP con las cuales tendrá una interacción directa, ya sea por las rutas de navegación aéreas o marítimas.

3.8.3 Sitios Prioritarios Marinos

Un Sitio Prioritario Marino (SPM) es una herramienta de planificación para la conservación de ambientes costeros, oceánicos e insulares. Estos ecosistemas son de importancia crítica, ya que en ellos habitan una gran variedad de especies tanto endémicas como de distribución amplia, además de ser sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de fauna y aves marinas (CONABIO, 2008p). Se identificaron los 20 SPM más cercanos al Área Contractual y las bases logísticas cuya distancia al Área Contractual se presenta en la **Tabla 3-13** y su ubicación se presenta en la **Figura 3-6**. El Área Contractual no se ubica dentro de ningún SPM, sin embargo, está adyacente al SMP Cañón Submarino de Campeche (a 2 km de distancia al oeste).

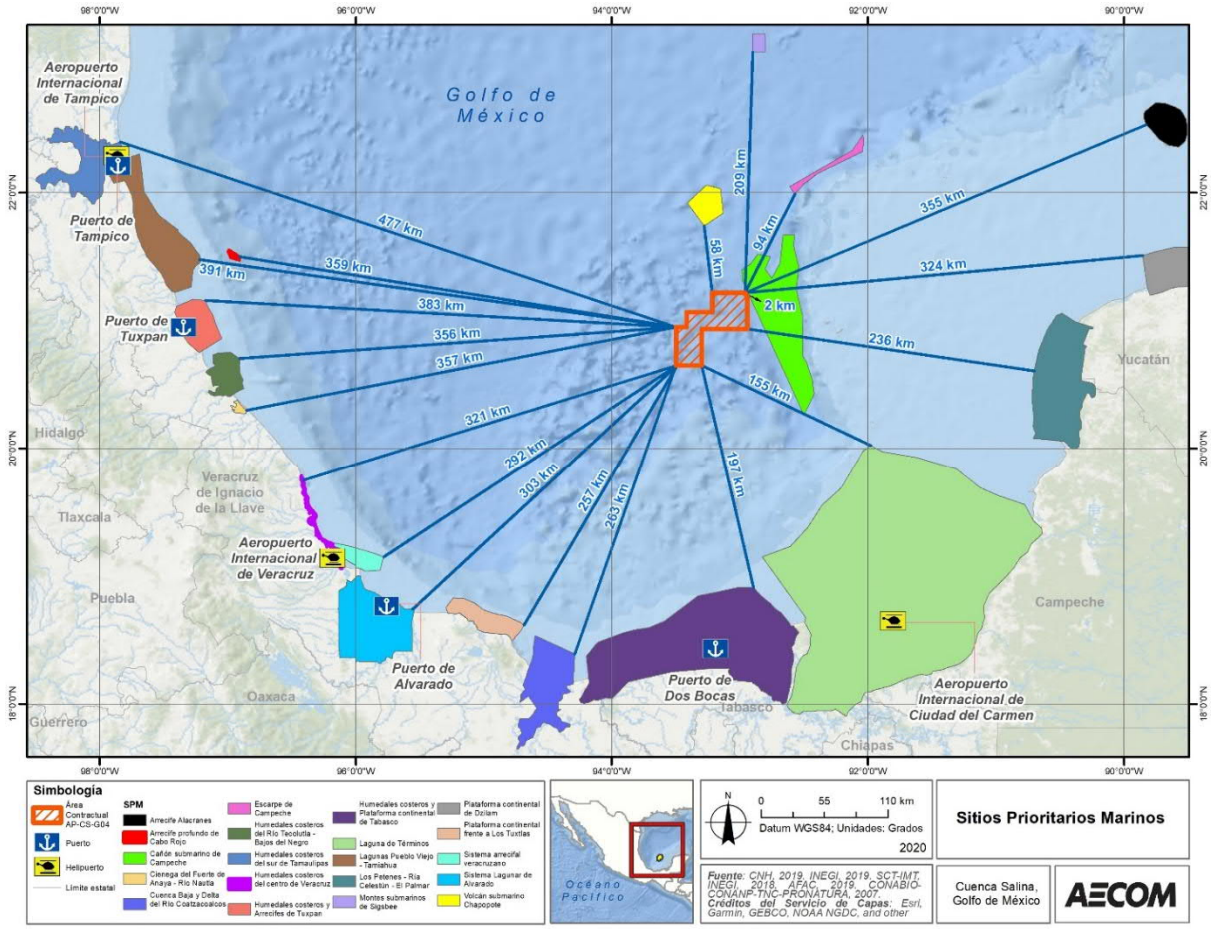
Tabla 3-13. SPM identificados más próximos al Área Contractual

No. de SPM	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
53	Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas	477 (noroeste)
54	Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua	391 (noroeste)
55	Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan	383 (oeste)
56	Humedales Costeros del Río Tecolutla – Bajos del Negro	356 (oeste)
57	Ciénega del Fuerte de Anaya – Río Nautla	357 (suroeste)
58	Humedales Costeros del Centro de Veracruz	321 (suroeste)
59	Sistema Arrecifal Veracruzano	292 (suroeste)
60	Sistema Lagunar de Alvarado	303 (suroeste)
61	Plataforma Continental frente a los Tuxtlas	257 (sursuroeste)
62	Cuenca Baja y Delta del Rio Coatzacoalcos	263 (sursuroeste)
63	Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco	197 (sur)
64	Laguna de Términos	155 (sureste)
65	Los Petenes – Ría Celestún - Palmar	236 (este)
66	Plataforma Continental de Dzilam	324 (noreste)
67	Arrecife Alacranes	355 (noreste)
97	Arrecife Profundo de Cabo Rojo	359 (noroeste)
98	Montes Submarinos de Segsbee	209 (norte)

No. de SPM	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
99	Volcán Submarino Chapopote	58 (norte)
100	Escarpe de Campeche	94 (noreste)
101	Cañón Submarino de Campeche	2 (este)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-6. Ubicación del Proyecto con relación a los Sitios Prioritarios Marinos



Fuente: AECOM 2021

El Área Contractual está a 2 km y 58 km de los SPM Cañón Submarino de Campeche y Volcán Submarino Chapopote, respectivamente. El SMP Cañón Submarino de Campeche alberga especies abisales y de escarpe, así como fauna sésil. Entre las especies endémicas están los crustáceos *Metharpinia floridiana, Syrrhoe sp.* y *Halice sp.* También es una zona importante para fitoplancton (CONABIO 2008n). La fauna abisal y la mega diversidad bacteriana caracterizan el SMP Volcán Submarino Chapopote, el cual también funciona como un regulador climático y sumidero de carbono (CONABIO 2008o).

Considerando las rutas de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y helipuertos, el Proyecto tendrá una interacción directa con los siguientes SPM:

- El puerto y helipuerto de Tampico se localizan entre los SPM Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas y Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua. El primer SPM está caracterizado por lagunas y vegetación calófila, en donde habitan numerosas especies de aves y representa un importante sitio de pesca comercial de

crustáceos, moluscos y peces (*Mugil cephalus*; CONABIO 2008g,k). El segundo está compuesto por playas, arrecifes, dunas, marismas, pantanos y estuarios; es considerada una importante área de alimentación para bivalvos y peces, además de soportar funciones como anidación, migración, y crianza de tortugas, aves, atún y pez sierra.

- El Puerto de Tuxpan está en el SPM Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan. Este SPM es parte del sistema de arrecifes más grande en el norte de la porción Mexicana del Golfo de México y está compuesto por tres arrecifes: Tuxpan, Tanhuijo y Lobos. El sitio alberga aproximadamente 31 especies de corales Scleractinia y 250 especies de peces; en este sitio también residen 25 especies de moluscos, más de 60 especies de crustáceos y 100 especies de algas. Las mayores amenazas a este sitio son la descarga de sedimentos, materia orgánica, pesticidas, descargas industriales y domésticas (CONABIO 2008h).
- El helipuerto de Veracruz se localiza en la porción sur del SPM Humedales Costeros del Centro de Veracruz, es un sitio importante de anidación para el charrancito americano (*Sterna antillarum*), que está sujeto a un estatus de protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. También es una importante región para aproximadamente 236 otras especies de aves migratorias neotropicales, así como un corredor migratorio de aves rapaces (CONABIO 2008e). Por otro lado, dada la ubicación del SPM Sistema Arrecifal Veracruzano con relación al helipuerto de Veracruz, es probable que la ruta del helicóptero sobrevuele este SPM, que cuenta con aproximadamente 28 arrecifes y lagunas arrecifales con camas de pastos marinos, playas, planicies, islas y cayos. Incluye hábitats para la Tortuga marina y soporta comunidades de tortugas caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), lora (*Lepidochelys kempii*) carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriácea*; CONABIO 2008m).
- El Puerto de Alvarado se ubica dentro del SPM Sistema Lagunar de Alvarado, un área importante para la reproducción, refugio y alimentación de camarón, cangrejo y lubina. También ofrece protección contra el oleaje e inundaciones, retención de sedimentos, formación de suelos y representa un sumidero de carbono (CONABIO 2008b).
- El Puerto de Dos Bocas está dentro del SPM Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco, caracterizado por comunidades de algas, marismas, playas, lagunas costeras, estuarios, dunas costeras, bosques tropicales inundados, bosques altos, tular, carrizos, palmares inundables, rizomas y matorrales espinosos. Sus manglares y pastos marinos sirven como un hábitat de cría clave para peces, crustáceos, aves, manatíes, mamíferos e invertebrados (CONABIO 2008i).
- Finalmente, el helipuerto de Ciudad del Carmen ubicado dentro del SPM Laguna de Términos, un área es rica en manglares y pastos marinos y alberga una gran variedad de especies endémicas con alta biodiversidad (CONABIO 2008j).

De acuerdo con la categorización realizada por la CONABIO estos SPM tienen un grado de importancia para su conservación de Muy Importante a Importante, los cuales se traslapan con los polígonos de algunas ANP o RMP descritos en las **Secciones 3.8.1** y **3.8.2,** por lo que el Proyecto contempla medidas de mitigación para prevenir y mitigar potenciales impactos ambientales que se discuten con mayor detalle en el **Capítulo 6**.

3.8.4 Sitios Ramsar

El Convenio de Ramsar 1971 estableció el marco para la identificación a nivel mundial de los humedales y su conservación. El Área Contractual no se ubica o es adyacente a ningún Sitio Ramsar. Se identificaron 17 sitios Ramsar más próximos al Área Contractual y las bases logísticas. Estos sitios se muestran en la **Figura 3-7** y se describen en la **Tabla 3-14.**

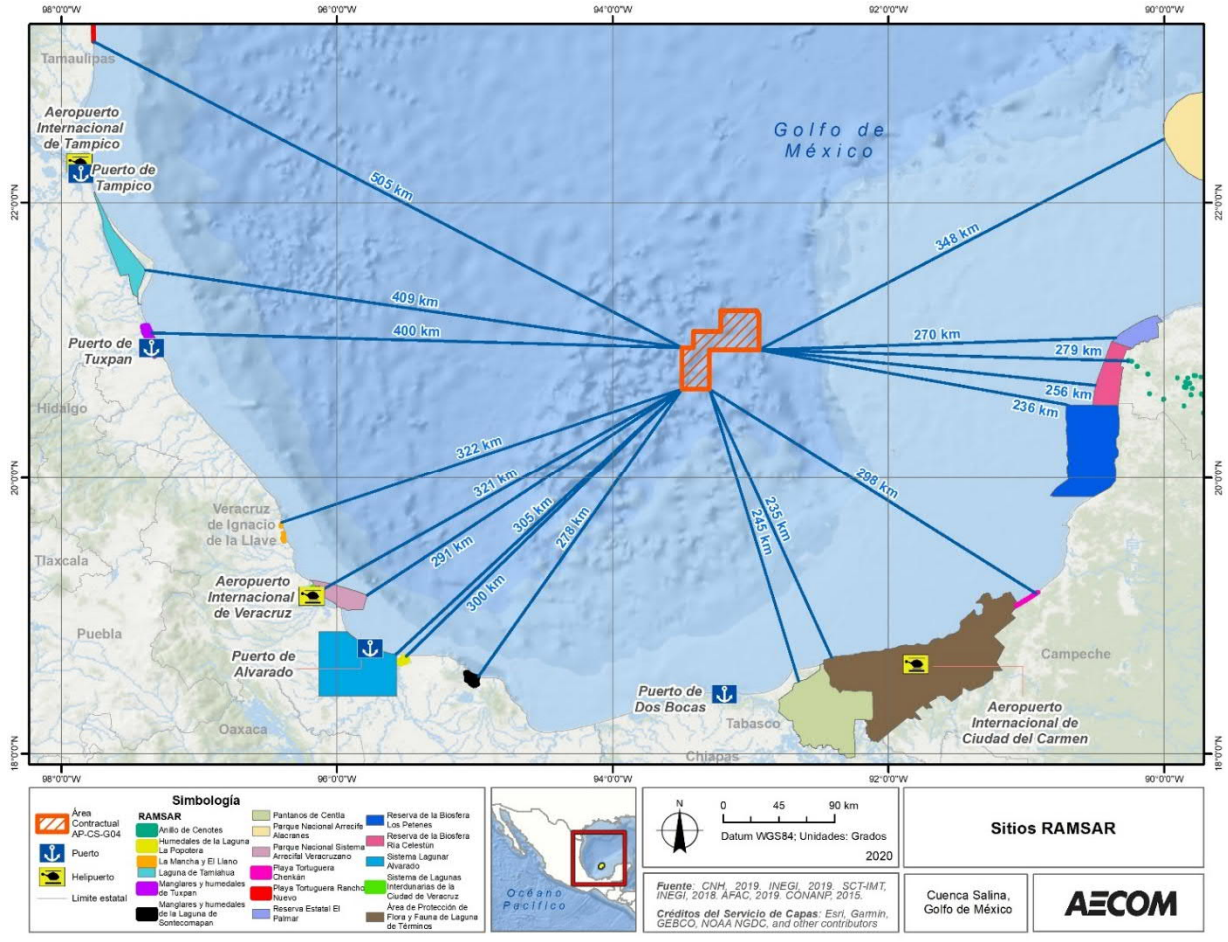
Tabla 3-14. Sitios Ramsar identificados más próximos al Área Contractual

Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
Playa Tortuguera Rancho Nuevo	505 (noroeste)
Laguna de Tamiahua	409 (noroeste)
Manglares y Humedales de Tuxpan	400 (oeste)
La Mancha y el Llano	322 (suroeste)
Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz	321 (suroeste)
Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	291 (suroeste)

Sistema Lagunar Alvarado	305 (suroeste)
Humedales de la Laguna La Popotera	300 (suroeste)
Manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan	278 (suroeste)
Pantanos de Centla	245 (sureste)
Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos	235 (sureste)
Playa Tortuguera Chenkán	298 (sureste)
Reserva de la Biosfera Los Petenes	236 (sureste)
Reserva de la Biosfera Celestún	256 (sureste)
Anillo de Cenotes	279 (este)
Reserva Estatal El Palmar	270 (este)
Parque Nacional Arrecife Alacranes	348 (noreste)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-7. Ubicación del Proyecto con relación a los Sitios Ramsar



Fuente: AECOM 2021

Considerando las rutas de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y helipuertos, el Proyecto tendrá una interacción directa con los siguientes Sitios Ramsar:

- El servicio del helicóptero desde el Aeropuerto Internacional de Veracruz podría pasar sobre los sitios Ramsar Sistema Arrecifal Veracruzano y Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz. Los puertos de Alvarado y Tuxpan están ubicados dentro de la porción noreste del sitio Ramsar Sistema

Lagunar de Alvarado y la porción sur del sitio Ramsar Manglares y Humedales de Tuxpan, respectivamente.

- El sitio Ramsar Sistema Arrecifal Veracruzano incluye 23 arrecifes de coral en dos áreas diferentes, desde profundidades alrededor de 40 m. El arrecife es rico en fauna y un destino para buceo, con alrededor de 84 especies diferentes de corales, 339 especies de moluscos, 47 especies de esponjas y 140 especies de crustáceos. Contiene extensas camas de pastos marinos y vegetación pionera de duna costera, cocoteros y manglares emergentes (SEMARNAT 2017).
- El sitio Ramsar Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz incluye dunas, lagunas y funciona sitio de descarga y recarga de agua subterránea, sirve para mantener la calidad de agua, retener sedimentos y proveer un hábitat. También es un sitio importante de descanso para aves migratorias (Ramsar 2004a).
- Los servicios de los OSV/FSV podrían interactuar con los sitios Ramsar Manglares y Humedales de Tuxpan y Sistema Lagunar de Alvarado cuando viajen entre el Área Contractual y los Puertos de Tuxpan y Alvarado, respectivamente.
- El sitio Ramsar Manglares y Humedales de Tuxpan es un complejo de manglares vasto y bien conservado, considerado como uno de los más grandes del Golfo de México mexicano. Con aproximadamente 3,500 ha de manglares, es rico en diversidad de peces, albergando alrededor de 179 especies (Ramsar 2006b), mientras que el sitio Ramsar Sistema Lagunar de Alvarado es un complejo de lagunas estuarinas con varias lagunas costeras, más de 100 lagunas interiores y segmentos de los ríos Papaloapan, Acula, Blanco y Limón. También incluye dunas costeras, bosque de palmar, juncal, bosque de roble, manglares rojo, blanco y negro (*Avicennia germinans,* y *Laguncularia racemosa)* y manglar botón el cual está bajo la categoría de protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2001. Es el hábitat más importante para el manatí (*Trichechus manatus)* en Veracruz, y está enlistado como un área muy importante para la conservación de aves (Ramsar 2004b).
- Por último, las actividades del Proyecto podrían interactuar con el sitio Ramsar Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos, ya que el helipuerto de Ciudad del Carmen se encuentra en este. Representa el cuerpo de agua de mayor volumen en la porción mexicana del Golfo de México sus manglares son considerados como los más representativos del Golfo y Caribe de México y los pantanos de Campeche y Tabasco; contienen la mayor diversidad de plantas acuáticas de Mesoamérica (Ramsar 2006a).

3.8.5 Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) son una herramienta creada para normar los criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación de aves en México. Dichas áreas pueden presentar especies significativas catalogadas como amenazadas, con distribución restringida, con un hábitat único o amenazado, y/o importantes para la investigación ornitológica (CONABIO 2002). El Área Contractual no está ubicada dentro o adyacente a ninguna AICAS. Se identificaron las 12 AICAS más cercanas al Área Contractual y las bases logísticas cuya distancia y ubicación con relación al Área Contractual se presentan en la **Tabla 3-15** y en la **Figura 3-8**, respectivamente.

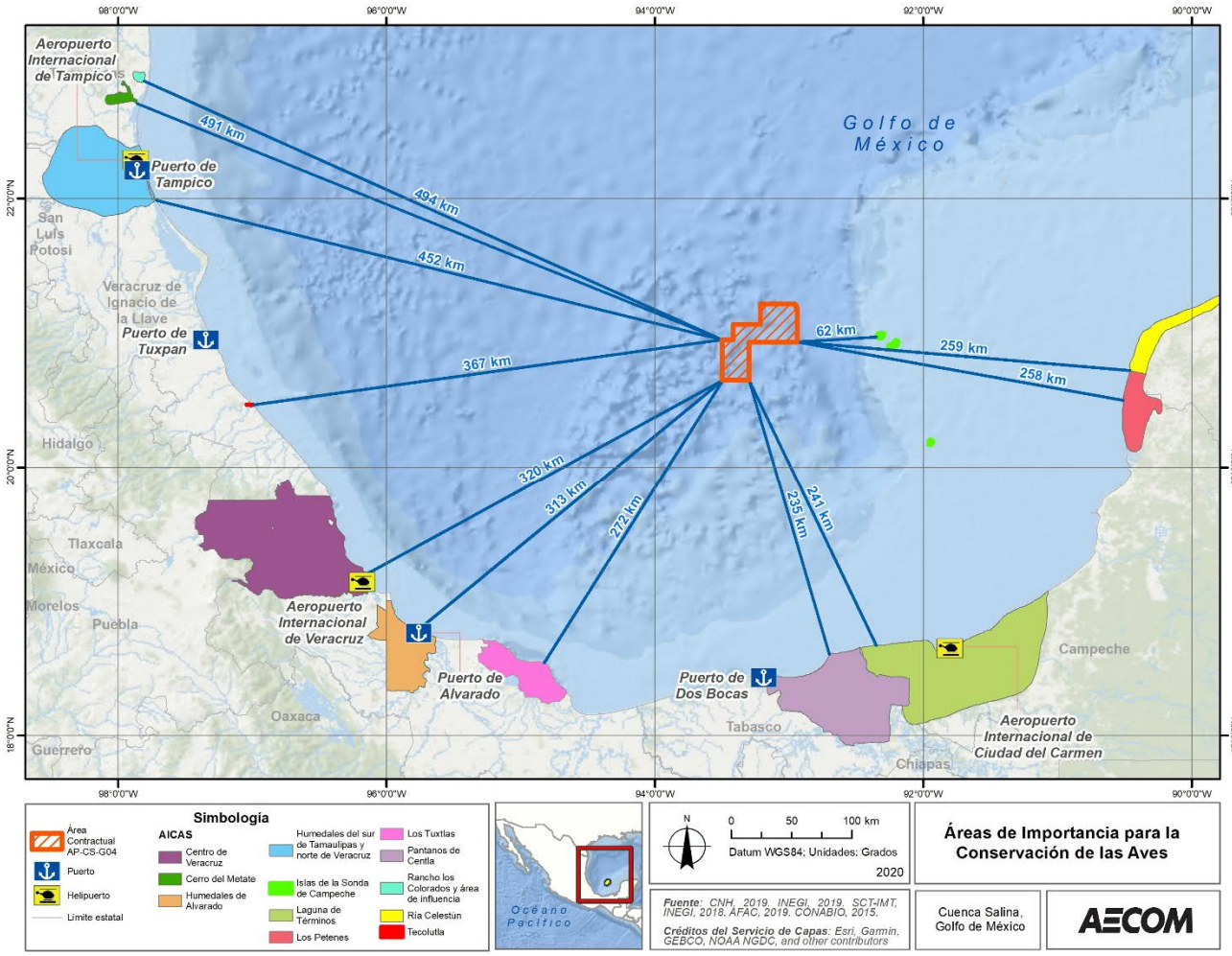
Tabla 3-15. AICAS más próximas al Área Contractual

No. de AICAS	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
10	Tecolutla	367 (oeste)
41	Humedales de Alvarado	313 (sureste)
87	Cerro de Metate	491 (noroeste)
88	Humedales del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz	452 (noroeste)
149	Centro de Veracruz	320 (suroeste)
151	Los Tuxtlas	272 (suroeste)
156	Pantanos de Centla	235 (sureste)
170	Laguna de Términos	241 (sureste)
172	Islas de la Sonda de Campeche	62 (este)

173	Los Petenes	258 (este)
183	Ría Celestún	259 (este)
263	Rancho los Colorados y área de influencia	494 (noroeste)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-8. Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves



Fuente: AECOM 2021

Considerando las rutas potenciales de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y helipuertos, el Proyecto tendrá una interacción directa con las siguientes AICAS:

- En caso de que el Proyecto utilice el puerto y helipuerto de Tampico, éste tendrá interacción con el AICA Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz, la cual está compuesta por matorral espinoso, lagunas y humedales. Esta AICA se encuentra dentro de las zonas más importantes para la conservación de aves en México y soporta poblaciones de 6 especies endémicas. Es una zona de prioridad de humedales para conservación de aves acuáticas (DUMAC 2002) y un área critica de fenómenos ecológicos (*Bird International* 2001). El 45% de las aves migratorias neotropicales del este de Norteamérica pasan a través de esta AICA (AvesMX 2015d; IUCN 2017).

- El helipuerto de Veracruz está en la porción sureste del AICAS Centro de Veracruz, que es una región crítica para 236 de aves migratorias con reconocimiento internacional. También alberga 12 especies de aves endémicas o de distribución limitada y 4 de las 19 especies enlistadas en la Lista Roja de IUCN Red dentro de México (AvesMX 2015b).
- Por su parte, el Puerto de Alvarado se localiza en el AICA Humedales de Alvarado, que es un complejo de lagunas y planicies inundadas con dunas, matorral espinoso, manglares, tifales y popales. Esta AICA tiene una alta diversidad avifaunística con especies amenazadas a diferentes niveles. También, es una zona de congregación de especies acuáticas y una zona de reproducción para aves rapaces como el caracolero común (*Rosthramus sociabilis),* el busardo negro norteño *(Buteogallus anthracinus)* y el busardo colorado *(Busarellus nigricollis)*. Otros vertebrados en esta AICA son los manatíes y nutrias (AvesMX 2015c).
- Finalmente, el helipuerto de Ciudad del Carmen se ubica en la cercanía del AICA Laguna de Términos que alberga 262 especies de aves, de las cuales 84 están en alguna categoría de riesgo. Compuesta por manglares y pastos marinos, provee sitios de alimentación, refugio y crianza, y soporta aproximadamente 33% de la población de aves migratorias siguiendo la ruta del Rio Mississippi anualmente (AvesMX 2015a, CONABIO 2008j).

Los OSV/FSV del Proyecto utilizarán puertos en operación y rutas de navegación establecidas, al igual que en el caso de los helicópteros, por lo tanto, no se esperan impactos en estas AICAS. El sonido generado por el helicóptero sobrevolando estas áreas será de corta duración.

3.8.6 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO 2017a) busca obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, teniendo en cuenta los patrones de biodiversidad y socioeconómicos. Las áreas prioritarias han sido identificadas por su uso, alta riqueza de biodiversidad, amenazas ambientales, y/o donde falta información científica sobre la biodiversidad.

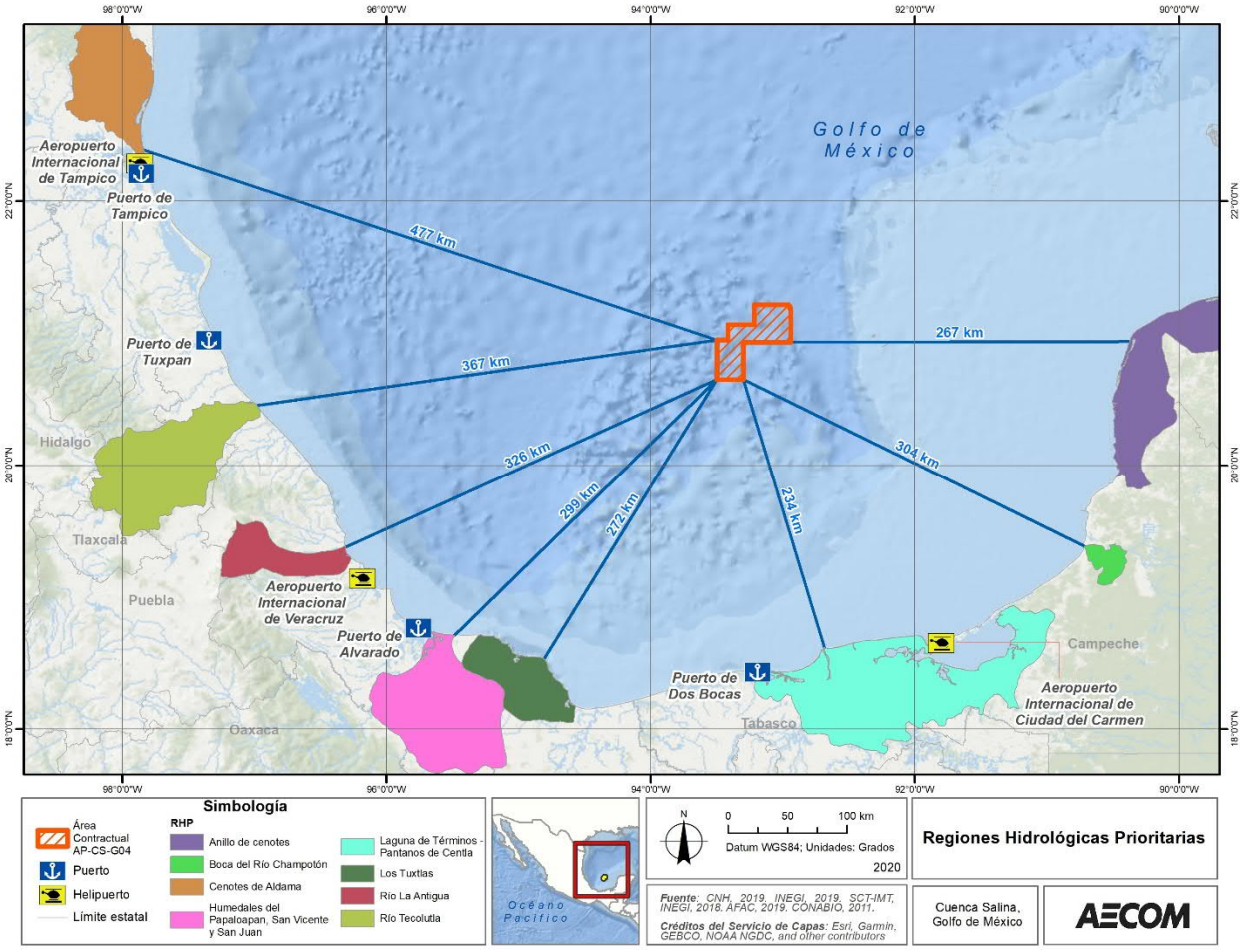
Existen ocho Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) localizadas a lo largo de la costa más próximas al Área Contractual y las bases logísticas. El Área Contractual no se ubica dentro ni es adyacente a ninguna RHP (**Figura 3-9** y **Tabla 3-16**).

Tabla 3-16. RHP identificadas a lo largo de la costa, próximas al Área Contractual

No. de RHP	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
73	Cenotes de Aldama	477 (noroeste)
76	Río Tecolutla	367 (suroeste)
77	Río La Antigua	326 (suroeste)
79	Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan	299 (suroeste)
80	Los Tuxtlas	272 (suroeste)
90	Laguna de Términos – Pantanos de Centla	234 (sureste)
98	Boca del Río Champotón	304 (sureste)
102	Anillo de Cenotes	267 (este)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-9. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias



Fuente: AECOM 2021

El Proyecto interactuará directamente con las siguientes RHP, considerando las rutas potenciales de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y helipuertos:

- El aeropuerto y puerto de Tampico están cerca de la RHP Cenotes de Aldama, una zona que presenta endemismos y especies amenazadas de tortugas y ranas (CONABIO 2012a).
- El Puerto de Alvarado se localiza cerca de la RHP Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan, la cual tiene alta diversidad de hábitats acuáticos y especies endémicas como el crustáceo *Lobithelphusa mexicana*, los peces *Atherinella lisa, A. marvelae, A. sallei, Cichlasoma bulleri, y* de las aves *Aimophila notosticta* y *Cyanolyca nana* (CONABIO 2012b).
- El aeropuerto de Ciudad del Carmen y el puerto de Dos Bocas se encuentran en la RHP Laguna de Términos – Pantanos de Centla, cuya importancia radica en su alta diversidad de ecosistemas y su alta riqueza específica de insectos, moluscos, algas, reptiles, fanerógamas, aves y mamíferos (CONABIO 2012c).

Los OSV/FSV del Proyecto utilizarán puertos en operación y rutas de navegación establecidas, al igual que en el caso de los helicópteros, por lo tanto, no se esperan impactos en estas RHP. El sonido generado por el helicóptero sobrevolando estas áreas será de corta duración.

3.8.7 Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias de la CONABIO tiene como objetivo identificar unidades terrestres estables, que se distinguen por la presencia de riqueza ecosistémica e integridad ecológica significativa en comparación con el resto del país. Éstas presentan una oportunidad para la conservación (CONABIO 2017c).

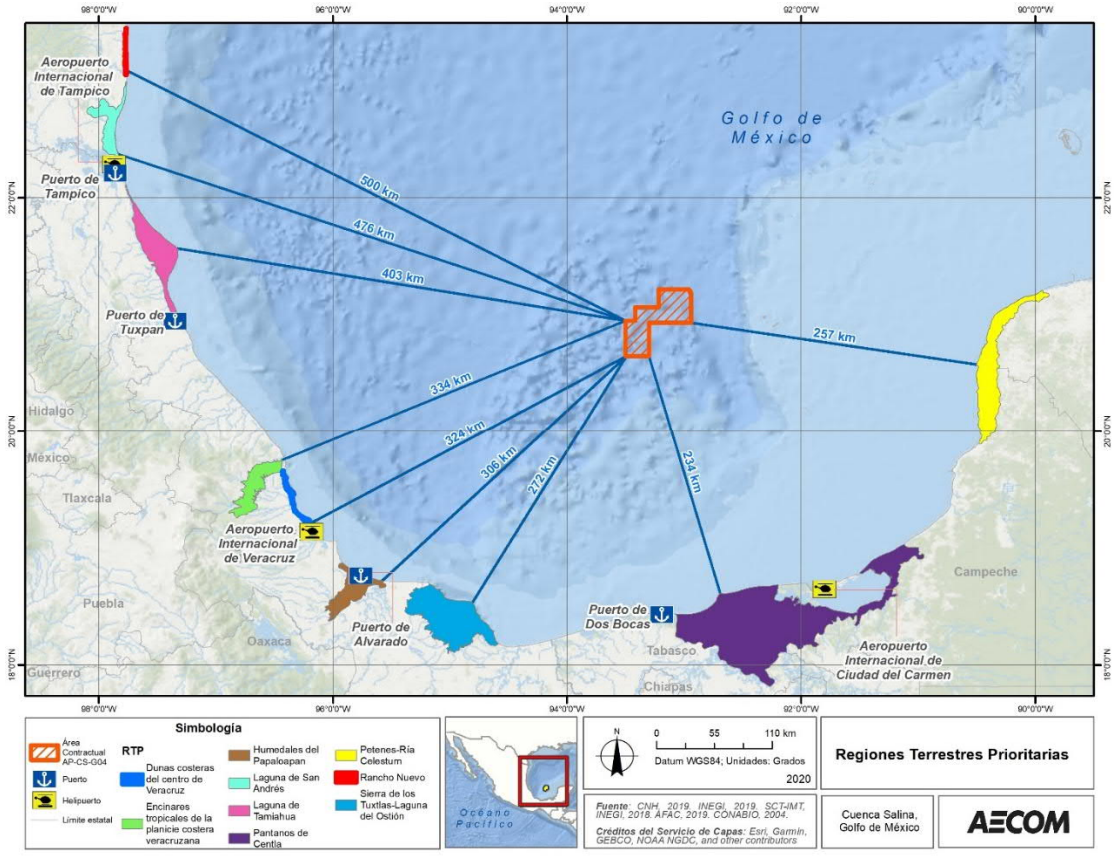
Hay nueve Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) ubicadas a lo largo de la costa más próximas al Área Contractual y las bases logísticas. Ésta no se ubica dentro ni es adyacente a ninguna RTP (**Figura 3-10** y **Tabla 3-17**).

Tabla 3-17. RTP identificadas a lo largo de la costa, próximas al Área Contractual

No. de RTP	Nombre del Área	Distancia del Área Contractual (km)
93	Rancho Nuevo	500 (noroeste)
95	Laguna de San Andrés	476 (noroeste)
103	Laguna de Tamiahua	403 (noroeste)
104	Encinares tropicales de la planicie costera Veracruzana	334 (suroeste)
123	Dunas Costeras del Centro de Veracruz	324 (suroeste)
124	Humedales de Papaloapan	306 (suroeste)
131	Sierra de Los Tuxtlas – Laguna del Ostión	272 (suroeste)
144	Pantanos de Centla	265 (sureste)
145	Petenes – Ría Celestún	257 (este)

Fuente: AECOM 2021

Figura 3-10. Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias



Fuente: AECOM 2021

El Proyecto interactuará directamente con las siguientes RTP, considerando las rutas potenciales de navegación aérea o marítima hacia y desde el Área Contractual a los puertos y helipuertos:

- El aeropuerto y Puerto de Tampico se encuentran entre la RTP Laguna de San Andrés (al norte) y Laguna de Tamiahua (al sur), esta última también colinda con el Puerto de Tuxpan. La RTP Laguna de San Andrés alberga manglares, y pastos marinos con importante presencia de endemismos (CONABIO 2017n). La RTP Laguna de Tamiahua se considera como el límite norte de un manglar extenso y bien estructurado, siendo el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan (CONABIO 2017m).
- El aeropuerto de Veracruz está cerca de la RTP Dunas costeras del Centro de Veracruz. Ésta RTP es una zona de grandes dunas fijas y móviles y contiene tres especies endémicas fijadoras de dunas costeras (CONABIO 2017o).
- El puerto de Alvarado se ubica dentro de la RTP Humedales del Papaloapan. La cual se caracteriza por sus manglares, dunas, marismas y bosque tropical, así como por fungir como un área de conectividad y de integración entre sistemas terrestres (CONABIO 2017p).

Los OSV/FSV del Proyecto utilizarán puertos en operación y rutas de navegación establecidas, al igual que en el caso de los helicópteros, por lo tanto, no se esperan impactos en estas RTP. El sonido generado por el helicóptero sobrevolando estas áreas será de corta duración.

3.9 Planes y programas municipales de desarrollo urbano

3.9.1 Plan Municipal de Desarrollo de Paraíso, Tabasco

La presentación del Plan Municipal de Desarrollo de Paraíso (2018–2021) se llevó a cabo el 31 de julio del 2019. Sin embargo, a la fecha de realización de esta MIA-R (abril de 2021) no se ha publicado en la Gaceta oficial del estado de Tabasco, por lo cual, no se incluye dentro del alcance de esta MIA-R.

3.9.2 Plan de Desarrollo Municipal de Alvarado, Veracruz

El Plan de Desarrollo Municipal de Alvarado (2018 – 2038) es una herramienta de planificación para implementar acciones, proyectos y programas gubernamentales viables para regular los asentamientos humanos en el territorio municipal, así como los objetivos y estrategias para la conservación, mejora y crecimiento del municipio. La **Tabla 3-18** presenta el vínculo entre el Plan y el Proyecto.

Tabla 3-18. Vinculación del Plan de Desarrollo Municipal de Alvarado con el Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 4. Pesca	
Mejorar las condiciones de manejo de la pesca a través de la integración y capacitación de los pescadores y la implementación de mejores prácticas de salud y seguridad, así como el apoyo económico.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de gestión privada, no tiene inherencia o influencia en estas líneas de acción. Cualquier tipo de extracción de plantas o animales estará estrictamente prohibido durante el Proyecto.
Objetivo 6.7 Desarrollo de ecosistemas	
Establecer programas de reforestación en áreas designadas para la conservación en el Municipio.	El Proyecto se desarrollará en alta mar por lo que no contempla actividades en el interior que impliquen la eliminación o modificación de la vegetación nativa. Por lo tanto, el Proyecto no contraviene lo establecido en esta estrategia.
Objetivo 9. Turismo	

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Construir y preparar un Puerto Ecológico para yates en la laguna de Alvarado, a través de la gestión y el diagnóstico de los recursos naturales.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción.

Fuente: AECOM 2021

3.9.3 Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan, Veracruz

El Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan de Rodríguez Cano (2018 - 2021) es una herramienta de planificación para implementar acciones, proyectos y programas gubernamentales viables para regular los asentamientos humanos en el territorio municipal, así como las metas y estrategias para la conservación, mejora y crecimiento del municipio. La **Tabla 3-19** presenta el vínculo entre el Plan y el Proyecto.

Tabla 3-19. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan con el Proyecto

Objetivo	Vinculación con el Proyecto
Línea Estratégica 3.1 Ordenamiento urbano integral hacia la modernidad y embellecimiento de la ciudad respetando el medio ambiente	
Actualizar los instrumentos de planeación urbana que atiendan los temas de más relevancia como lo es la movilidad, espacio público, agua y vivienda, que sean incluyentes de los distintos sectores y comunidades asentadas en el Municipio.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción.
Línea Estratégica 3.2 Implementar la gestión integral de residuos y control animal	
Capacitar a la sociedad en la separación de los residuos domésticos.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción.
Línea Estratégica 3.3 Agua potable y alcantarillado	
Rehabilitación de sistema de agua potable, de drenaje y alcantarillado	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción.

Fuente: AECOM 2021

3.9.4 Plan de Desarrollo Municipal de Tampico, Tamaulipas

El Plan de Desarrollo Municipal de Tampico (2018 – 2021) es una herramienta de planificación con el objetivo de establecer acciones, proyectos y programas gubernamentales que resultarán en mejores servicios públicos, programas sociales y una mejor infraestructura, teniendo en cuenta el desarrollo sustentable, para mejorar la comunidad y potenciar su crecimiento. La **Tabla 3-20** presenta la vinculación entre este Plan y el Proyecto.

Tabla 3-20. Vinculación del Plan de Desarrollo Municipal de Tampico con el Proyecto

Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Estrategia 5. Manejo de Residuos y Basura	
Diseñar y activar un plan integral de residuos, desechos peligrosos y basura, que incluya procesos de supervisión, monitoreo y evaluación constante para su modernización continua.	El Proyecto se desarrollará costa afuera por lo que no contempla actividades en tierra que impliquen la generación de residuos. Sin embargo, los residuos generados por las actividades del Proyecto costa afuera, serán gestionados de acuerdo con lo establecido en las regulaciones mexicanas y el Plan de Manejo de Residuos establecido para el Proyecto. Además, se usarán subcontratistas autorizados por las autoridades para el manejo de los residuos.
Atender y regularizar los vertederos de residuos que utiliza el municipio.	
Establecer acciones urgentes tendientes a reducir la contaminación de lixiviados de vertederos.	
Estrategia 6. Descargas de Aguas Residuales	
Desarrollar y activar un plan municipal de manejo de aguas residuales, dotándolo del carácter de plataforma programática para el desarrollo, mejora y modernización de una gestión eficiente y efectiva.	Las actividades del Proyecto cumplirán con las leyes y reglamentos federales, estatales y locales, así como con las normas oficiales vigentes y los estándares internacionales aplicables en materia de descargas de agua; por lo tanto, el Proyecto no contraviene esta línea de acción.
Establecer criterios y protocolos para los trabajos permanentes de limpieza de ríos y lagunas.	
Realizar monitoreos permanentes apegados a la normatividad de calidad del agua y desechos líquidos.	
Estrategia 7. Medio Ambiente	
Realizar acciones que promuevan la protección al ambiente y el cumplimiento de los ordenamientos ecológicos vigentes para mejorar la calidad de vida.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de gestión privada, no tiene inherencia o influencia en estas líneas de acción. Sin embargo, el Proyecto considera los impactos potenciales de sus actividades, las cuales se evalúan en el **Capítulo 5** y el **Capítulo 6** describe las medidas de mitigación propuestas para ello. También, el Proyecto tiene prohibido cualquier tipo de extracción de plantas o animales.
Promover la actualización y aplicación de instrumentos para la regulación ambiental que impulsen las acciones de prevención, a través de sistemas de evaluación de impacto ambiental.	
Realizar diagnósticos y establecer indicadores ecológicos tendientes de balance de flora y fauna.	
Dar acuse de recepción, atención y cause a las denuncias en materia ambiental.	
Atender las solicitudes de información en materia ambiental.	
Monitoreo de partículas de $PM_{10.}$	
Establecer programas y planes permanentes de reforestación con flora y fauna nativa de la región, así como de fumigación y control de fauna nociva.	

Fuente: AECOM 2021

3.9.5 Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz

El Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz (2018 – 2021) es una herramienta de planificación para implementar acciones gubernamentales, proyectos y programas viables para regular los asentamientos humanos en el territorio municipal, así como las metas y estrategias para la conservación, mejora y crecimiento del municipio. La **Tabla 3-21** presenta el vínculo entre el Plan y el Proyecto.

Tabla 3-21. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz con el Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Programa 1.1 Trabajando por Veracruz ciudad portuaria	
Posicionar al Municipio de Veracruz a nivel nacional e internacional, mediante la articulación del desarrollo económico y portuario, con la conjunción de estrategias integrales que proporcionen las herramientas que permitan a las empresas del municipio incrementar su permanencia y rentabilidad.	El Proyecto se desarrollará costa afuera por lo que no contempla actividades en el interior, y debido a que también usará la infraestructura ya existente, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción.
Programa 3.1 Renovando el medio ambiente y cuidado animal	
Prevenir la contaminación del ambiental desde sus orígenes para proteger tanto la salud humana como la de especies naturales del municipio.	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción. El Proyecto considera los impactos potenciales de las operaciones del helicóptero y los OSV/FSV, que se evalúan en el **Capítulo 5** y el **Capítulo 6 y** describe las medidas de mitigación propuestas para ello. Además, el **Capítulo 7** presenta los detalles de un PRD para proteger las áreas y especies sensibles cercanas de las consecuencias de un posible derrame.

Fuente: AECOM 2021

3.9.6 Plan Municipal de Desarrollo de Carmen, Campeche

El Plan Municipal de Desarrollo de Carmen (2018 – 2021) es una herramienta de planificación para implementar acciones gubernamentales, proyectos y programas viables para regular los asentamientos humanos en el territorio municipal, así como las metas y estrategias para la conservación, mejora y crecimiento del municipio. La **Tabla 3-22** presenta el vínculo entre el Plan y el Proyecto.

Tabla 3-22. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Carmen con el Proyecto

Líneas de Acción	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 5.3.2 Establecer un municipio ecológico	
Implementar programas de cultura de tratamiento de residuos y reciclaje en todas las escuelas del municipio	Estas acciones son responsabilidad del gobierno local y dado que el Proyecto se desarrollará costa afuera y es de operación privada, no tiene inherencia o influencia en esta línea de acción. No obstante, el Proyecto acatará lo establecido por la legislación y normatividad aplicable respecto a áreas sensibles.
Gestionar recursos para la implementación de un programa integral de tratamiento de aguas residuales	
Impulsar proyectos productivos ambientales y obras comunitarias a través del Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente	
Impulsar la actualización de la normatividad del área natural protegida de flora y fauna de La Laguna de Términos	

Fuente: AECOM 2021

3.10 Resumen de los principales requisitos aplicables al Proyecto

La **Tabla 3-23** presenta un resumen de los principales requisitos legales y regulatorios descritos en este capítulo que son de relevancia para el Proyecto.

Tabla 3-23. Resumen de los principales requisitos aplicables al Proyecto

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
Administración	Sistema de Administración SASISOPA	Shell recibió su registro de la CURR. Shell presentará a la ASEA la solicitud de autorización de su SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. El Programa de Implementación incluye la preparación y respuesta a emergencias, investigación de incidentes y accidentes, identificación de peligros y análisis de riesgos, la integridad mecánica y aseguramiento de calidad, el desarrollo de una política de seguridad, entre otros.	LGEEPA, Ley ASEA, 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.
		Shell o su(s) contratista(s) obtendrá(n), en su caso, los permisos necesarios de la SEDENA para el uso de explosivos durante las obras y actividades del Proyecto.	LFAFE
		Shell realizará un Análisis de Riesgo de las operaciones que se llevarán a cabo previo al inicio de la actividad que se incluirá en el Dictamen Técnico del pozo. Este se presentará a la ASEA como como parte del Aviso de Inicio de actividades de exploración.	LGEEPA, Ley ASEA, Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para Realizar las Actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos
	Seguro mínimo	Shell contará con un seguro que cubra la responsabilidad civil y la responsabilidad por daños ambientales y, en su caso, control de pozos y presentará copias de las pólizas correspondientes para fines de registro con la ASEA antes del inicio de las obras o actividades del Proyecto.	Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen las Reglas para el Requerimiento Mínimo de Seguros a los Regulados que lleven a cabo Obras o Actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos, Tratamiento y Refinación de Petróleo y Procesamiento de Gas Natural.
	Aspectos Ambientales	Shell presentará un Programa de Implementación del SASISOPA, la LBA, MIA-R y ERA específicos para el Proyecto.	LGEEPA, Ley ASEA, Ley de Hidrocarburos

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
	Abandono	Una vez que se hayan perforado los pozos a la profundidad objetivo y se hayan completado los programas de evaluación (en su caso), el pozo se taponará temporal o permanentemente de acuerdo con las prácticas de Shell aplicables y los requisitos de la autoridad. Shell presentará a la CNH un reporte de las actividades de Taponamiento y Desmovilización.	NOM-149-SEMARNAT-2006
Medio ambiente abiótico	Emisiones a la atmósfera	El combustible utilizado por el buque de perforación y OSV/FSV cumplirá con los límites de contenido de azufre, según corresponda. El buque de perforación y los OSV/FSV contarán con tecnologías de control de emisiones de acuerdo con el Anexo VI de MARPOL 73/78.	MARPOL 73/78, NOM-016-CRE-2016 y POEMyRGMyMC G006
		Shell o su(s) contratista(s) presentarán estimaciones de emisiones atmosféricas (derivadas de la Calculadora de Emisiones del Registro Nacional de Emisiones de la SEMARNAT) en la COA en el caso que las emisiones anuales directas e indirectas de CO_2 equivalente excedan 25,000 toneladas métricas.	LGCC, R-LGCC
	Descargas a aguas marinas	El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto deberán contractualmente cumplir con MARPOL 73/78 (según corresponda o sea requerido por clase de embarcación) Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques. Específicamente, las embarcaciones del Proyecto (según sea aplicable o requerido por clase de embarcación) deberán: a) Estar equipados con una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con las especificaciones requeridas por MARPOL. b) Llevar a cabo pruebas periódicas de la planta de aguas residuales de acuerdo con el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Aguas Sucias de MARPOL.	MARPOL 73/78

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
		Shell o su(s) contratista(s) obtendrán de la CONAGUA, en su caso, los permisos de descarga necesarios para las descargas de aguas residuales. El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto deberán contractualmente cumplir las condiciones de tratamiento, medición, muestreo, operación, mantenimiento e informe establecidas en dichos permisos.	LAN y R LAN
		El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto deberán contractualmente cumplir con el Convenio BWM (según corresponda o requiera por clase de embarcación), tendrán una bitácora de agua de lastre y certificación internacional de gestión de agua de lastre.	Convención BWM
		El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto deberán contractualmente cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y tratar las aguas residuales para cumplir con los requisitos aplicables a descargas costeras (cuando las embarcaciones del Proyecto se encuentren operando dentro de aguas costeras).	NOM-001-SEMARNAT-1996
		Shell o su(s) contratista(s) presentarán la COA detallando las descargas de agua aplicables.	R LGEEPA RETC, NOM-165-SEMARNAT-2013
	Lecho marino	Shell o su(s) contratista(s) obtendrán, en su caso, el o los permisos de vertimiento de la SEMAR respecto de los vertimientos planeados en el mar de fluidos y los SPS. El buque de perforación del Proyecto estará contractualmente obligado a cumplir con las condiciones establecidas en dichos permisos.	LVZMM
	Residuos	Shell y/o su(s) contratista(s), en su caso, se registrará(n) como generador(es) de residuos peligrosos ante la ASEA.	LGPGIR
		La planta de tratamiento de aguas residuales tendrá las especificaciones requeridas. Sin embargo, el lodo producido en la planta de tratamiento de aguas residuales será transferido a tierra para su posterior tratamiento y disposición final por un tercero autorizado.	NOM-004-SEMARNAT-2002

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
		Se espera que el buque de perforación y los OSV/FSV cumplan con MARPOL 73/78 (según sea aplicable o requerido por clase de embarcación) Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos. Específicamente, las embarcaciones del Proyecto (según sea aplicable o requerido por la clase de embarcación) deberán llevar un Libro registro de hidrocarburos e implementar un plan de gestión de basuras que cumplan con MARPOL 73/78.	Anexo I MARPOL 73/78
		Shell o su(s) contratista(s), en su caso, presentarán un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos ante la ASEA para su registro. El Plan debe incluir procedimientos para la recolección, almacenamiento, transporte y envío. Los generadores deben identificar, clasificar, prevenir mezclar, empacar, etiquetar, almacenar, transportar, llevar a cabo una gestión integrada y notificar adecuadamente el cierre de las instalaciones.	LGPGIR, NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-005-STPS-1998
		Shell o su(s) contratista(s), en su caso, se registrará(n) como generador(es) de residuos de manejo especial ante la ASEA.	Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos, NOM-001-ASEA-2019
		Shell o su(s) contratista(s), en su caso, presentarán un Plan de Residuos de Manejo Especial ante la ASEA para su registro.	
		Shell o su(s) contratista(s) mantendrá(n) una bitácora de generación de residuos de manejo especial.	
		Shell y/o su(s) contratista(s) presentarán a la ASEA un Informe Anual sobre la generación, manejo y movimientos de Residuos de Manejo Especial del año inmediato anterior.	Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
		La estrategia de contratación de Shell para el buque de perforación y los OSV/FSV tendrá en cuenta el desempeño de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de los proveedores. El buque de perforación y los proveedores de OSV/FSV deberán por contrato almacenar los residuos de acuerdo con las condiciones básicas enumeradas en LGPGIR, su Reglamento y las NOM aplicables.	LGPGIR, R-LGPGIR y NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-054-SEMARNAT-1993, NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, NOM-001-ASEA,2019, NOM-003-SCT-2008, NOM-004-SCT-2008, NOM-010-SCT2-2009, NOM-011-SCT2-2012, NOM-019-SCT2-2015, NOM-023-SCT2, NOM-023- SCT4-1995, NOM-028-SCT2-2010, NOM-035-SCT4-1999, NOM-036-SCT4-2007, NMX-R-019-SCFI-2011, MARPOL Anexo V
		Shell o su(s) contratista(s) presentará(n) la COA detallando la estadística anual de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	LGPGIR, R-LGPGIR
	Químicos	La estrategia de contratación de Shell para el buque de perforación y los OSV/FSV tendrá en cuenta el desempeño de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de los proveedores. El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto estarán contractualmente obligados al manejo de sustancias químicas de acuerdo con la NOM-005-STPS-1998.	NOM-005-STPS-1998, MARPOL 73/78 Anexos II y III
	Derrames	Shell presentó a la ASEA la solicitud de autorización del SASISOPA, la cual incluye el Programa de Implementación de dicho Sistema. El Programa de Implementación incluye un PRE que, a su vez, incluye un PCP y un PRD. El PRD incluye acciones para cumplir con los requisitos establecidos en el PNC de acuerdo con la etapa del Proyecto.	PNC, 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

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
		Shell o su(s) contratista(s), en su caso, reportará(n) inmediatamente a la ASEA y la SEMAR sobre derrames de hidrocarburos o químicos utilizando los formatos de reporte contenidos en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para Informar la Ocurrencia de Incidentes y Accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como el Anexo F del PNC.	PNC, Ley de Hidrocarburos, Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para Informar la Ocurrencia de Incidentes y Accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
		El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto estarán contractualmente obligados a cumplir con los convenios y códigos de la OMI.	OMI
		Shell desarrollará un PRD integral para el Proyecto basado en el análisis de riesgo del Proyecto, considerando también los resultados de los modelos de descarga del caso más desfavorable. Uno de los objetivos principales del PRD será proteger a los receptores costeros ambiental y socialmente sensibles. Los elementos clave del PRD se incluirán en el Programa de Implementación de SASISOPA presentado a la ASEA.	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
Medio ambiente biótico	Flora, fauna y áreas protegidas	Shell presentó la LBA ante la ASEA para su autorización. Shell presentará ante la ASEA la MIA-R y el ERA del Proyecto para su autorización. Asimismo, preparará un resumen de la MIA-R, mismo que, publicará en un periódico de amplia circulación en el estado donde se desarrollará el Proyecto.	LGEEPA, PNC, Contrato CNH
		La estrategia de contratación de Shell para el buque de perforación y los OSV/FSV tendrá en cuenta el desempeño de Salud, Seguridad y Medio Ambiente de los proveedores. El buque y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto estarán obligados a prohibir la pesca desde las embarcaciones del Proyecto.	NOM-149-SEMARNAT-2006
		Shell implementará las medidas de mitigación propuestas en esta MIA-R y las recomendaciones derivadas de la evaluación del ERA, con lo cual minimizará cualquier impacto en la vida silvestre.	LGVS

Medio	Tema ambiental	Requisitos clave	Requerido por
Socioeconómico	Aspectos sociales y económicos	De importancia para los aspectos sociales y económicos del Proyecto, Shell presentó la EvIS ante SENER para su resolución.	Ley de Hidrocarburos y su Reglamento, Ley ASEA, LGEEPA, Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para realizar las Actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos, y otras.
		Se establecerá una zona de seguridad de navegación de 2,500 m de radio centrada en el buque de perforación para prevenir el tránsito de embarcaciones ajenas al Proyecto.	Acuerdo por el cual se modifica el similar por el que se establecen zonas de seguridad para la navegación y sobrevuelo en las inmediaciones de las instalaciones petroleras y para el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en zonas marinas mexicanas, publicado el 11 de octubre de 2016.
Puertos	Operaciones marinas	El buque de perforación y los proveedores de los OSV/FSV del Proyecto estarán contractualmente obligados a implementar procedimientos operativos de acuerdo con la Ley de Puertos y su Reglamento.	Ley de Puertos y su Reglamento
Arqueología	Monumentos	Shell se asegurará de notificar al INAH en caso de que se identifiquen naufragios u otros objetos de la misma naturaleza en el Área Contractual.	LFMZAAH

Fuente: AECOM 2021

4 Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias de desarrollo y deterioro en la región

De acuerdo con los requerimientos de la guía para realizar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (Guía Regional) de la SEMARNAT, este capítulo proporciona una descripción ambiental del Área Contractual y del SAR, caracterizando los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos donde se implementará el Proyecto.

4.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional en donde pretende establecerse el Proyecto

4.1.1 Delimitación del Sistema Ambiental

El Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental indica que la descripción del SAR y la identificación de los Impactos Acumulativos y Residuales del Proyecto detectados dentro del Área de Influencia, considerando los impactos ambientales previos en el SAR, tanto de origen natural como antropogénico, deben estar integrados como parte del contenido básico de la MIA-R. En este contexto, la Guía Regional considera las siguientes definiciones:

- **SAR:** Un dominio que se puede representar tanto analítica como geográficamente, con delimitaciones espaciales claras, definidas por la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos, abióticos y de procesos) y los factores socioeconómicos (incluyendo los aspectos culturales) de la región donde se ubicará el Proyecto y donde los impactos directos e indirectos del Proyecto pudiesen ocurrir;
- **Integridad funcional y capacidad de carga:** La línea base y los impactos para los componentes del SAR, deberán ser presentados no únicamente como componentes independientes en un contexto reduccionista, sino también con atención al funcionamiento del sistema en su conjunto.

La Guía Regional indica que, para definir el SAR del Proyecto, deben considerarse:

- Las dimensiones del Proyecto, la distribución de obras y las actividades descritas en el **Capítulo 2**, incluyendo las consideraciones de manejo de residuos.
- Los factores sociales, los cuales se describieron en la EvIS desarrollada para este Proyecto y presentada ante la SENER (aprobada por la SENER el 16 de noviembre de 2018);
- Las características geomorfológicas, hidrográficas, meteorológicas y los tipos de vegetación del área donde se ubicará el Proyecto, entre otras;
- El tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de los ecosistemas; y
- Los usos de suelo aplicables a la zona (si existieran).

Conforme a la Guía Regional, se utilizó el concepto de ecorregión para delimitar el SAR. “Ecorregión” se refiere a ecosistemas terrestres y/o acuáticos geográficamente contiguos o comunidades naturales diferenciadas que tienen las siguientes características:

- Comparten especies;
- Comparten interconexiones dentro de los procesos ecológicos (por ejemplo, dinámicas tróficas y biogeoquímicas);
- Tienen condiciones climáticas similares; y
- Comparten interacciones obligatorias cruciales para su persistencia a largo plazo.

Por lo anterior, la delimitación del SAR se basó en el concepto de ecorregión, en el que los componentes específicos (bióticos, abióticos y sociales) interactúan entre sí y son interdependientes; de modo que las

interacciones de estos podrían modificar uno, alguno o todos los componentes del sistema dentro de la región donde el Proyecto será desarrollado, o donde los impactos directos e indirectos pudieran ocurrir. Por lo tanto, el conocimiento tanto de los componentes, como de las interacciones entre ellos, es necesario para entender el potencial de los impactos directos e indirectos en el contexto de Integridad Funcional del SAR.

Tal como se indicó en el **Capítulo 2,** el Proyecto se ubica en la región sur del Golfo de México. Considerando que el Proyecto contempla utilizar las instalaciones existentes del Puerto y Helipuerto de Tampico (en el estado de Tamaulipas), así como los Puertos de Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas y los Helipuertos de Veracruz (en el estado de Veracruz) y de Ciudad del Carmen (en Campeche) para actividades secundarias y de apoyo, no se consideran actividades de construcción dentro de las instalaciones antes mencionadas.

La **Tabla 4-1** describe los programas relevantes de ordenamiento ecológico y las áreas de importancia ambiental que se tomaron en consideración para la delimitación del SAR, así como las condiciones fisiográficas de la zona donde se insertará el Proyecto, y con las cuales éste podría interactuar.

Tabla 4-1. Programas de ordenamiento ecológico, áreas de importancia ambiental, condiciones fisiográficas de la zona, y otros aspectos relevantes considerados para la delimitación del SAR

Aspecto considerado	Agencia regulatoria	Descripción
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC)	SEMARNAT	El POEMyRGMyMC considera las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) marinas y regionales de acuerdo con lo siguiente: • Área Marina: comprende las regiones ubicadas en las zonas marinas mexicanas, incluidas las zonas federales adyacentes al Golfo de México y el Mar Caribe. También incluye 26 ANP con una porción de su área dentro de la zona marina. • Área Regional: comprende las regiones ecológicas ubicadas en uno de los 142 municipios costeros (SEMARNAT-INE 2007) en seis estados (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).
Programa De Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)		El POEGT incluye 145 unidades llamadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) para orientación en la toma de decisiones sobre actividades de desarrollo y mantenimiento de servicios ambientales.
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	CONANP	Áreas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y cuyos hábitats originales no han sido alterados significativamente por actividades humanas por lo que se requiere sean preservadas y restauradas.
Regiones Marinas Prioritarias (RMP)	CONABIO	Áreas relevantes por la riqueza de especies y la presencia de organismos endémicos, además de ser áreas con gran nivel de integridad ecológica y posibilidad de conservación en términos de aspectos sociales, económicos y ecológicos.
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)		
Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)		
Sitios Prioritarios Marinos (SPM)		

Aspecto considerado	Agencia regulatoria	Descripción
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)		
Batimetría y Cañones Submarinos	NOAA, Blue Habitats	Profundidad oceánica relativa al nivel del mar.
Sitios Ramsar	UNESCO	Sitios establecidos por el tratado intergubernamental el cual provee el marco para la conservación y buena gestión de los humedales y sus recursos alrededor del mundo.
Área de Influencia Social Directa Evaluación de Impacto Social (EvIS)	SENER	Áreas donde los elementos sociales, culturales y económicos podrían verse afectados indirectamente por las actividades del Proyecto (Puertos de Tampico, Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas y los Helipuertos de Tampico, Veracruz y Ciudad del Carmen).
Línea de Costa	INEGI	La línea de costa se usó como una característica integral para delinear el SAR, dado su papel obligado que define los límites de los ecosistemas y ecotonos.

Fuente: AECOM 2021

Con base en los criterios anteriores, y considerando su relevancia regulatoria e interacción con el Proyecto, así como las rutas de navegación tanto marítima como aérea, se utilizaron los conjuntos de datos espaciales de las áreas mencionadas anteriormente para desarrollar la extensión y fronteras del SAR mediante la: 1) inclusión completa en el SAR, 2) inclusión parcial en el SAR o 3) exclusión total del SAR. Las unidades ecológicas y administrativas utilizadas para el análisis del SAR se resumen en la **Tabla 4-2**. La **Figura 4-1** esquematiza el proceso realizado en la definición de SAR.

Tabla 4-2. Unidades ambientales y áreas ecológicas prioritarias utilizadas para delimitar el SAR

Programa de Ordenamiento Ecológico o Región Ecológica	Región o Unidad de Manejo	Intersección con el SAR	Ubicación Geográfica (Mapa en el Capítulo 3)
POEMyRGMyMC (UGA)	UGA Marina 75	Inclusión Parcial	**Figura 3-2**
	UGA Marina 159	Inclusión Parcial	
	UGA Marina 160	Inclusión Total	
	UGA Marina 161	Inclusión Total	
	UGA Marina 162	Inclusión Total	
	UGA Marina 163	Inclusión Total	
	UGA Marina 164	Inclusión Total	
	UGA Marina 165	Inclusión Total	
	UGA Marina 166	Inclusión Total	
	UGA Marina 167	Inclusión Parcial	
	UGA Marina 184	Inclusión Parcial	
	UGA Marina 185	Inclusión Parcial	

Programa de Ordenamiento Ecológico o Región Ecológica	Región o Unidad de Manejo	Intersección con el SAR	Ubicación Geográfica (Mapa en el Capítulo 3)
	UGA Marina 186	Inclusión Total	
	UGA Marina 187	Inclusión Parcial	
	UGA Marina 188	Inclusión Total	
	UGA Marina 189	Inclusión Parcial	
	UGA Marina 200	Inclusión Total	
	UGA Marina 201	Inclusión Total	
	UGA Regional 7: Pánuco	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 8: Tampico	Inclusión Total	
	UGA Regional 9: Ciudad Madero	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 10: Pueblo Viejo	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 20: Tuxpan	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 39: Veracruz	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 41: Boca del Río	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 42: Arroyo Moreno	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 44: Alvarado	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 70: Cunduacán	Inclusión Parcial	
	UGA Regional 71: Centla	Inclusión Parcial	
POEGT (UAB)	UAB 75	Inclusión Parcial	**Figura 3-3**
	UAB 76	Inclusión Parcial	
	UAB 88	Inclusión Parcial	
	UAB 118	Inclusión Parcial	
	UAB 136	Inclusión Parcial	
ANP	Sistema Arrecifal Veracruzano	Inclusión Total	**Figura 3-4**
	Sistema Arrecifal Lobos - Tuxpan	Inclusión Total	
	Laguna de Términos	Inclusión Parcial	
RMP	47. Pueblo Viejo – Tamiahua	Inclusión Parcial	**Figura 3-5**
	48. Tecolutla	Inclusión Parcial	
	49. Laguna Verde – Antón Lizardo	Inclusión Parcial	
	50. Sistema Lagunar de Alvarado	Inclusión Parcial	
	51. Los Tuxtlas	Inclusión Parcial	
	52. Delta del Rio Coatzacoalcos	Inclusión Parcial	
	53. Pantanos de Centla – Laguna de Términos	Inclusión Parcial	
	54. Giro Tamaulipeco	Inclusión Parcial	
	46. Laguna de San Andrés	Exclusión Total	
	56. Cayos Campeche	Exclusión Total	
	59. Sonda de Campeche	Exclusión Total	
SPM	55. Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan	Inclusión Parcial	**Figura 3-6**
	58. Humedales Costeros del Centro de Veracruz	Inclusión Parcial	
	59. Sistema Arrecifal Veracruzano	Inclusión Total	
	61. Plataforma Continental frente a los Tuxtlas	Inclusión Total	

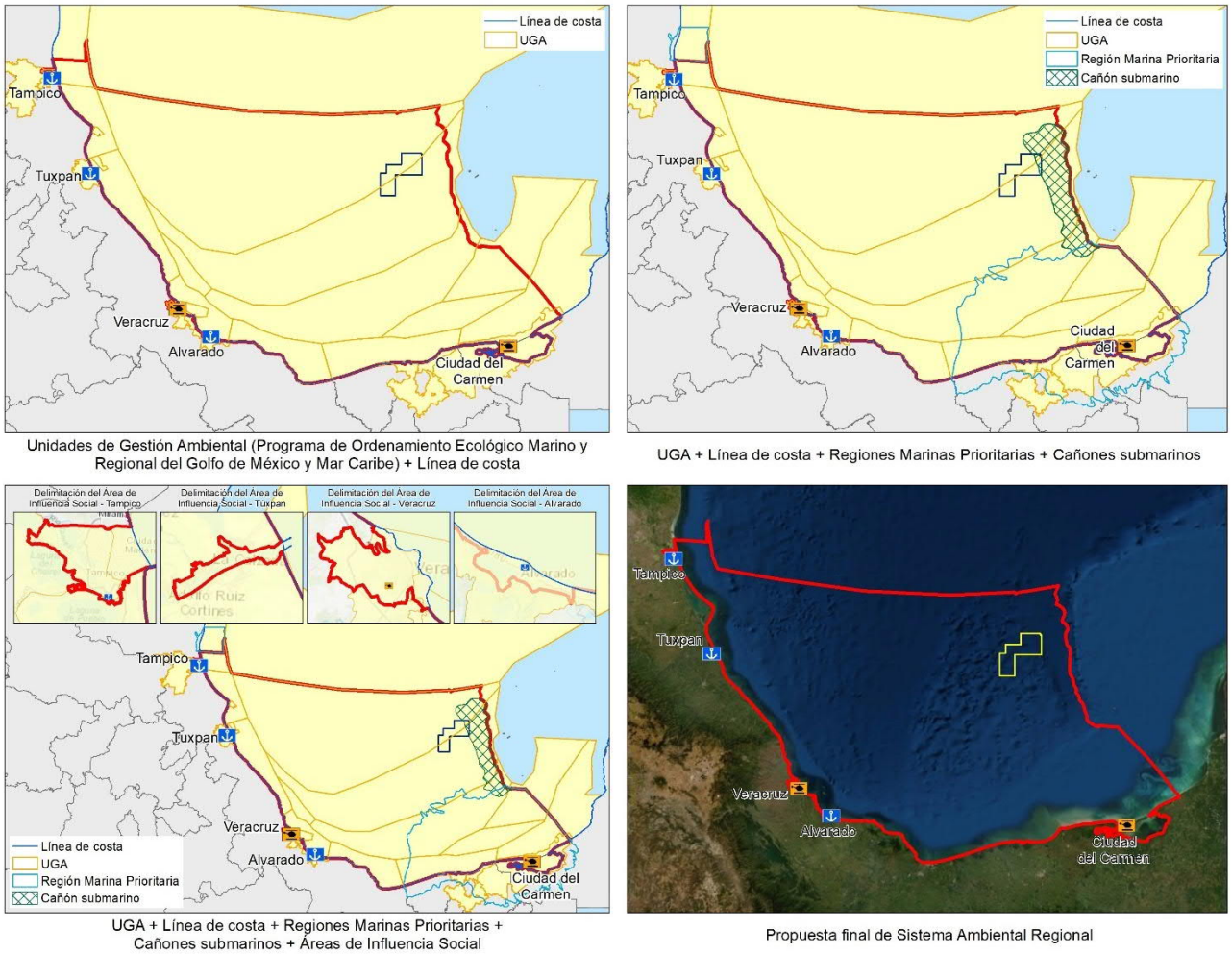
Programa de Ordenamiento Ecológico o Región Ecológica	Región o Unidad de Manejo	Intersección con el SAR	Ubicación Geográfica (Mapa en el Capítulo 3)
	97. Arrecife Profundo de Cabo Rojo	Inclusión Total	
	54. Laguna Pueblo Viejo - Tamiahua	Inclusión Parcial	
	56. Humedales Costeros del Rio Tecolutla – Bajos del Negro	Inclusión Parcial	
	60. Sistema Lagunar de Alvarado	Inclusión Parcial	
	62. Cuenca Baja y Delta del Rio Coatzacoalcos	Inclusión Parcial	
	63. Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco	Inclusión Parcial	
	64. Laguna de Términos	Inclusión Parcial	
	53. Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas	Inclusión Parcial	
	99. Volcán Submarino Chapopote	Exclusión Total	
	101. Cañón Submarino de Campeche	Inclusión Parcial	
Sitio Ramsar	Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano,	Inclusión Total	**Figura 3-7**
	Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz	Inclusión Total	
	Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	Inclusión Parcial	
	Sistema Lagunar de Alvarado	Inclusión Parcial	
Batimetría	Cañones Submarinos (3)	Inclusión Total	**NA**
	Cañones Submarinos (2)	Inclusión Total	
AICAS	41. Humedales de Alvarado	Inclusión Parcial	**Figura 3-8**
	88. Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz	Inclusión Parcial	
	149. Centro de Veracruz	Inclusión Parcial	
	170. Laguna de Términos	Inclusión Parcial	
	156. Pantanos de Centla	Inclusión Parcial	
RHP	73. Cenotes de Aldama	Inclusión Parcial	**Figura 3-9**
	77. Rio la Antigua	Inclusión Parcial	
	79. Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan	Inclusión Parcial	
	90. Laguna de Términos – Pantanos de Centla	Inclusión Parcial	
RTP	103. Laguna de Tamiahua	Inclusión Parcial	**Figura 3-10**
	124. Humedales del Papaloapan	Inclusión Parcial	
	123. Dunas Costeras del Centro de Veracruz	Exclusión Total	
	144. Pantanos de Centla	Exclusión Total	
Área de Influencia Social Indirecta	Áreas de influencia social determinadas en la EvIS	Inclusión Total	NA

*Nota: Las áreas y unidades relevantes para definir el SAR se describen brevemente en la **Sección 4.2.2.3***

Fuente: AECOM 2021

Adicionalmente para la delimitación del SAR se tomó en cuenta el Área de Influencia Indirecta de la EvIS aprobada por la SENER el 16 de noviembre de 2018.

Figura 4-1. Esquematización del proceso para la definición del SAR



Fuente: AECOM 2021

Como resultado de lo mencionado anteriormente, en la **Figura 4-2** se muestra la delimitación del SAR mismo que tiene un área aproximada de 183,180 km^2. El SAR está delimitado y conformado de acuerdo con lo siguiente:

Delimitación en el entorno marino:

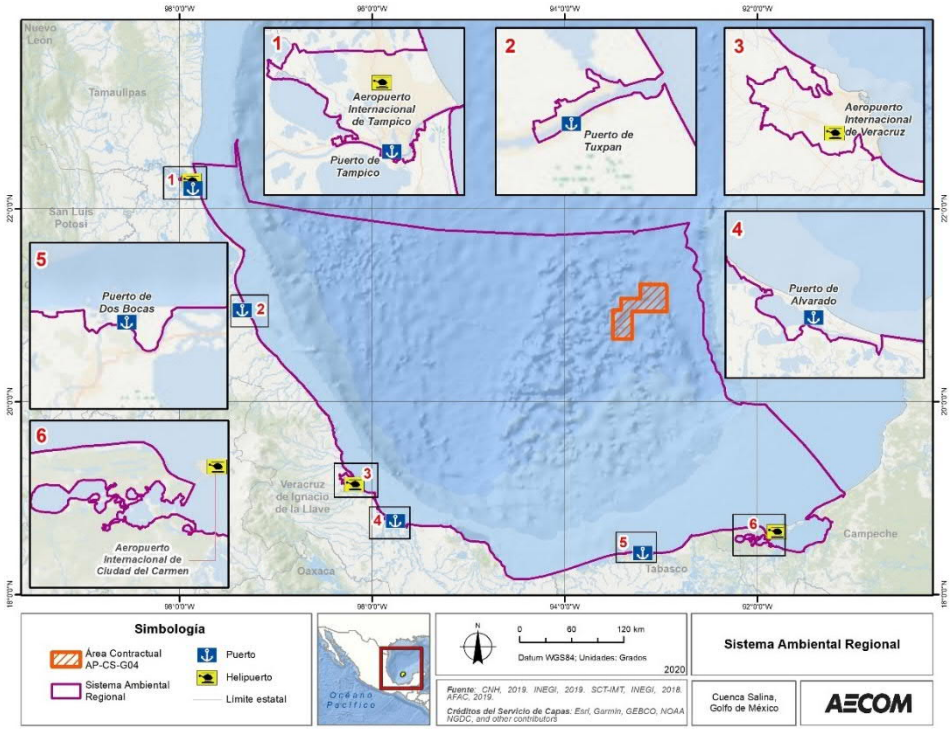
- La inclusión total de: 11 UGA marinas (UGA 160, UGA 161, UGA 162, UGA 163, UGA 164, UGA 165, UGA 166, UGA 186, UGA 188, UGA 200 y UGA 201), dos ANP (Sistema Arrecifal Veracruzano, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan), tres SPM (59. Sistema Arrecifal Veracruzano, 61. Plataforma Continental Frente a Los Tuxtlas, 97. Arrecife Profundo de Cabo Rojo), un Sito Ramsar (Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano); y
- La inclusión parcial de: siete UGA marinas (UGA 75, UGA 159, UGA 167, UGA 184, UGA 185, UGA 187, UGA 189), una ANP (Laguna de Términos), ocho RMP (47. Pueblo Viejo-Tamiahua, 48. Tecolutla, 49. Laguna Verde-Antón Lizardo, 50. Sistema Lagunar de Alvarado, 51. Los Tuxtlas, 52. Delta del Río Coatzacoalcos, 53. Pantanos de Centla – Laguna de Términos, 54. Giro Tamaulipeco), diez SPM (53. Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas, 54. Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua, 55. Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan, 56. Humedales Costeros de Tecolutla – Bajos del Negro, 58. Humedales Costeros del Centro de Veracruz, 60. Sistema Lagunar de Alvarado, 62. Cuenca Baja y Delta del Rio

Coatzacoalcos, 63. Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco, 64. Laguna de Términos, 101. Cañón Submarino de Campeche).

Delimitación en el entorno terrestre:

- La inclusión total de: una UGA regional (UGA 8), un sitio Ramsar (Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz); y
- La inclusión parcial de: 10 UGA regionales (UGA 7, UGA 9, UGA 10, UGA 20, UGA 39, UGA 41, UGA 42, UGA 44, UGA 70, UGA 71); cinco UAB (UAB 75, UAB 76, UAB 88, UAB 118, UAB 136), cinco AICAS (41. Humedales de Alvarado, 88. Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz, 149. Centro de Veracruz, 156. Pantanos de Centla, 170. Laguna de Términos), cuatro RHP (73. Cenotes de Aldama, 77. Rio la Antigua, 79: Humedales de Papaloapan, San Vicente y San Juan, 90. Laguna de Términos – Pantanos de Centla), dos RTP (103. Laguna de Tamiahua, 124. Humedales del Papaloapan), dos sitios Ramsar (Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Sistema Lagunar de Alvarado), el Área de Influencia Social Indirecta determinada en la EvIS y el límite de la línea de costa.

Figura 4-2. Sistema Ambiental Regional del Proyecto



Fuente: AECOM 2021

4.1.2 Delimitación del Área de Influencia

El Área de Influencia se define como aquel espacio geográfico donde tendrán lugar las actividades del Proyecto (descritas en el **Capítulo 2**) que puedan tener interacción directa con los elementos bióticos, físicos y/o sociales. El criterio utilizado para delimitar el Área de Influencia está basado en la Guía Regional. Como tal, el Área de Influencia se compone de los siguientes elementos:

- El polígono del Área Contractual donde se llevará a cabo la perforación.
- La Zona de Seguridad que incluye un radio de 2,500 m alrededor del buque de perforación.

- El área de dispersión de los recortes de perforación WBDF y SPS por encima del umbral de concentraciones sin efecto (6.5 mm), corresponde a un área búfer menor a 1.5 km alrededor del cabezal del pozo.
- La ruta de los OSV del Proyecto.
- La ruta del servicio de helicópteros del Proyecto (Tampico, Veracruz y Ciudad del Carmen).
- La base en tierra de los Puertos de Tampico, Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas; y
- Las comunidades costeras definidas en el Área de Influencia de la EvIS.

Esta Área de Influencia representaría una extensión de aproximadamente 49,482 km^2.

La **Figura 4-2** muestra la ubicación del SAR, el Área Contractual, el Aeropuerto Internacional de Tampico, el Aeropuerto Internacional de Veracruz y el Aeropuerto de Ciudad del Carmen y los Puertos de Tampico, Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas, que colectivamente corresponden al Área de Influencia junto con las rutas potenciales de las embarcaciones y helicópteros.

4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

Esta sección proporciona una caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del SAR para el Área Contractual, de acuerdo con los términos establecidos en la Guía Regional, por lo que en las secciones subsecuentes se describen los aspectos clave de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que determinan la calidad ambiental del SAR donde se pretende establecer el Proyecto.

Esta MIA-R considera el Estudio de LBA para el Área Contractual (presentado a la ASEA el 01 de febrero de 2019). El Estudio de LBA documenta las condiciones ambientales previo a la perforación dentro del Área Contractual y cumple con los requisitos establecidos en el número de contrato CNH-R02-L04-AP-CS-G04/2018, así como los requisitos reglamentarios de la ASEA. Se realizó una campaña oceanográfica en apoyo del Estudio de LBA en un buque aprobado del 13 al 16 de agosto y del 26 al 27 de agosto de 2018. La campaña oceanográfica incluyó el muestreo y análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos del hábitat de aguas profundas en toda el Área Contractual, incluyendo calidad del agua, calidad del sedimento, plancton y estructura de la comunidad bentónica. El estudio de LBA incluyó un monitoreo para registrar avistamientos de especies protegidas y para documentar la presencia de embarcaciones en tránsito a través del Área Contractual. Además de los resultados de la campaña oceanográfica y su análisis, se realizó una evaluación de publicaciones disponibles, informes públicos y estaciones de recolección de datos a largo plazo (por ejemplo, boyas) de la región incluyendo flora y fauna, especies protegidas, áreas sensibles, pesquerías, geología, geomorfología, clima y meteorología, calidad del agua marina, parámetros oceanográficos, sedimento marino, calidad del aire, luz y ruido, recursos culturales y socioeconómicos y otros aspectos bióticos de la región.

Una parte significativa del contenido de este capítulo de la MIA-R se basa en la investigación bibliográfica realizada en el Estudio de LBA relevante para el SAR y también, en menor grado, de los resultados de la campaña oceanográfica para el Área Contractual donde dichos resultados respaldan una representación del SAR en general. Para varias subsecciones temáticas dentro de este capítulo, los resultados del Estudio de LBA ofrecen mayor información disponible relevante para el SAR.

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 Clima

La información relevante con respecto a las condiciones climáticas como la calidad del aire, luz artificial y sonido antropogénico en el SAR se describe en esta sección. Los aspectos del clima con mayor probabilidad de afectar la factibilidad ambiental del Proyecto, y que caracterizan al SAR, se presentan más adelante. Las condiciones meteorológicas y estacionales se describen junto con los fenómenos climatológicos extremos.

4.2.1.1.1 Temporadas

La mayoría de las regiones tropicales se caracterizan por tener dos temporadas distintas: temporada de lluvias y temporada de secas (Herrera-Silveira *et al*. 1994, Peel *et al*. 2007). Sin embargo, la estacionalidad en el oeste del Golfo de México puede caracterizarse por tener dos o tres temporadas, dependiendo del contexto específico. A una escala regional, aplican dos temporadas distintas en entornos costa afuera de aguas profundas. Para propósitos ecológicos en entornos terrestres y costeros existen tres temporadas distintas. Para la mayor parte del SAR, el modelo de dos temporadas es más relevante, mientras que las porciones del SAR de los ecosistemas costeros están mejor representadas por el modelo de tres temporadas distintas.

4.2.1.1.1.1 Aguas marinas: temporada de lluvias y temporada de secas

Las áreas costa afuera del Golfo de México experimentan dos temporadas distintas: temporada de lluvias (aproximadamente de abril a septiembre) y temporada de secas (aproximadamente de octubre a marzo, incluyendo el periodo de eventos meteorológicos de “Nortes”; Vázquez De La Cerda *et al*. 2005). La temporada de lluvias se caracteriza por temperaturas más cálidas y lluvias frecuentes y constantes (**Sección 4.2.1.1.2**), las cuales incrementan lentamente, alcanzando su punto máximo cerca del final de la temporada y abarcando la mayoría de la precipitación anual. La temporada de lluvias ocurre aproximadamente de abril hasta septiembre (con variaciones locales antes o después). La temporada de secas incluye temperaturas más frías y disminución de la precipitación (**Sección 4.2.1.1.2**). Ésta tiene periodos de lluvia cortos, pero más intensos al inicio de la temporada, que progresivamente se convierten en eventos más cortos y con menor frecuencia al final de la temporada. La temporada de secas ocurre aproximadamente de octubre hasta marzo e incluye los eventos meteorológicos intermitentes conocidos como “Nortes” de noviembre a febrero. En el Estudio de LBA para el Área Contractual se describe con mayor detalle las variables específicas del tiempo y clima.

4.2.1.1.1.2 Ecosistemas costeros y cercanos a la costa: temporada de secas, temporada de lluvias y Nortes

Los ecosistemas costeros y cercanos a la costa en el Golfo de México experimentan tres temporadas: temporada de lluvias, temporada de secas y Nortes. Los ecosistemas costeros y cercanos a la costa son impactados por una serie completa de efectos meteorológicos de los Nortes, produciendo cambios hidrológicos y biogeoquímicos, impactando la fenología de la vegetación marina, terrestre y acuática emergente, y por ende afectando la dinámica de las comunidades y las poblaciones en niveles tróficos más altos, particularmente en lagunas costeras y estuarios (Tapia-Gonzales *et al*. 2008, Herrera-Silveira *et al*. 1994, Hernandez *et al*. 2011, Tapia-Gonzales *et al*. 2008, Miranda *et al*. 2005). La frecuencia anual y el impacto ecológico acumulativo de los eventos colectivos provocados por los Nortes justifican su inclusión como una tercera temporada para los ecosistemas costeros y cercanos a la costa.

En el contexto de las tres temporadas, las características de la temporada de lluvias son esencialmente las mismas que las descritas anteriormente, aunque su duración normalmente es desplazada un poco después, aproximadamente entre junio y octubre. Los Nortes le siguen a la temporada de lluvias, comenzando en noviembre y continuando hasta febrero. Como temporada, los Nortes denotan primordialmente características de la temporada de secas intercaladas con una serie de eventos de Nortes esporádicos con efectos locales acumulativos. La temporada de secas le sigue a los Nortes, extendiéndose desde marzo hasta mayo e incluyendo temperaturas más frías y eventos cortos y poco frecuentes de precipitación.

Una descripción más detallada de los factores climáticos y del tiempo específicos se presenta en la **Sección 4.2.1.1.2**.

4.2.1.1.2 Condiciones meteorológicas

El tiempo y clima regional se resumen a lo largo de las siguientes secciones, cuyos datos disponibles se obtuvieron de estaciones meteorológicas marinas y terrestres cercanas a la costa para caracterizar el SAR.

4.2.1.1.2.1 Condiciones meteorológicas costa afuera

La **Tabla 4-3** muestra la ubicación, altura y el periodo de registro de los datos para cada una de las estaciones meteorológicas marinas de las cuales se obtuvo información. Estas son: 1) Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) Cayo Arcas y Cayo Arenas, 2) Estación Triángulo Oeste, y 3) Centro Nacional de Boyas Colectoras de Datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (en adelante NOAA-NDBC), boya 42055. La **Figura 4-3** muestra la ubicación de dichas estaciones meteorológicas.

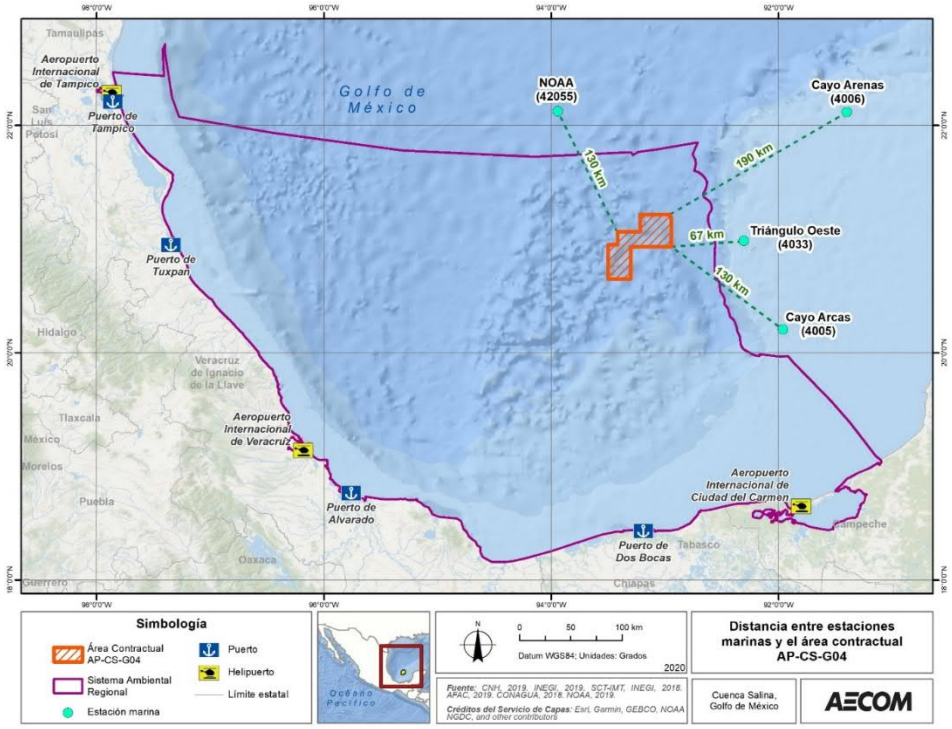
Tabla 4-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas marinas utilizadas para el análisis meteorológico

Fuente	Estación	Latitud	Longitud	Altitud (m sobre el nivel medio del mar)	Periodo	Distancia al Área Contractual (km)
CONAGUA-SMN (2018b)	Triángulo Oeste (4033)	20°59'00" N	92°18'14" O	20	1951-2010	67 km
NOAA-NDBC (2018)	Bahía de Campeche (42055)	22°07'12" N	93°57'36" O	4[(a)] 2.5[(b)] -1[(c)]	2005-2015	130 km
CONAGUA-SMN (2018a)	Cayo Arcas (4005)	20°12'15" N	91°57'44" O	6	1951-2010	130 km
CONAGUA-SMN (2018c)	Cayo Arenas (4006)	22°06'55" N	91°23'55" O	3	1951-2010	190 km

(a) Temperatura del aire y anemómetro; (b) Barómetro; (c) Temperatura del agua

Fuente: CONAGUA-SMN 2018a, 2018b, 2018c, SEMAR-SMN 2018, NOAA-NDBC 2018

Figura 4-3. Ubicación de las estaciones meteorológicas marinas con relación al SAR



Fuente: CONAGUA-SMN 2018a, 2018b, 2018c, SEMAR-SMN 2018, NOAA-NDBC 2018, AECOM 2018a

4.2.1.1.2.1.1 Temperatura

En la **Tabla 4-4** se presenta el promedio mensual de la temperatura registrada en las estaciones marinas utilizadas.

Se observa que los valores más altos de temperatura se presentan en los meses de junio y agosto, mientras que los valores más bajos se presentan en los meses de enero y febrero. Únicamente la estación de la NOAA 42055 registró la temperatura superficial del agua con una media de 24 °C.

Tabla 4-4. Temperatura promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas marinas

Estación		Cayo Arcas (4005)	Triángulo Oeste (4033)	Cayo Arenas (4006)	NOAA-NDBC (42055)
Periodo		1951-2010	1951-2010	1951-2010	2005-2008
Distancia al Área Contractual (km)		130 km	67 km	190 km	130 km
Temperatura del aire (°C)	**Media mínima mensual**	25.0 (enero)	24.4 (febrero)	25.0 (enero)	22.9 (febrero)
	Media máxima mensual	29.3 (junio)	29.1 (agosto)	29.5 (agosto)	29.2 (agosto)
	Media anual	27.6	27.2	27.4	26.8
Temperatura superficial del agua (°C)	**Media mínima mensual**	-	-	-	24 (febrero)

Fuente: CONAGUA-SMN 2018a, 2018b, 2018c, SEMAR-SMN 2018, NOAA-NDBC 2018

4.2.1.1.2.1.2 Precipitación

Los datos de precipitación se obtuvieron a partir de los registros de las estaciones de la CONAGUA-SMN (normales climatológicas de 1951 a 2010). La boya oceanográfica de la NOAA-NDBC (42055) no fue considerada ya que no registra datos de precipitación (**Tabla 4-5**). En la **Tabla 4-5** se puede observar que los valores más altos de precipitación se presentan en los meses de septiembre a octubre con un máximo de precipitación en octubre para la estación Triangulo Oeste (4033), siendo en esta estación donde se nota el registro del desfasamiento de la temporada de precipitación de septiembre a noviembre.

Tabla 4-5. Precipitación mensual promedio de los registros climatológicos de la CONAGUA-SMN

Precipitación mensual promedio (mm)												
Estación	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Cayo Arcas (4005)	14.9	7.4	6	*4.5*	17.7	48.1	33.7	27.3	**67.8**	63.4	24.5	40.7
Triangulo Oeste (4033)	4.5	19.3	*1.4*	6.4	14.5	23.5	11.8	37.5	49.2	**80.2**	70.1	14.7
Cayo Arenas (4006)	28	4.8	5.5	*3.7*	19.6	20.4	13.4	30.8	**46.8**	**46.8**	25.7	26.2

Negritas: Mes con precipitación máxima promedio
Itálica: Mes con precipitación mínima promedio

Fuente: CONAGUA-SMN 2018a, 2018b, 2018c

4.2.1.1.2.1.3 Humedad relativa, evaporación, nubosidad y presión atmosférica

El promedio mensual de humedad relativa se calculó basándose en la aproximación August-Roche-Magnus (Alduchov y Eskridge 1996) utilizando la temperatura y los valores de punto de rocío obtenidos por la estación 42055 de la NOAA-NDBC, con un total de 27,787 registros (**Tabla 4-6**). La humedad relativa excede el 60% para cada uno de los promedios mensuales a lo largo del año con un promedio anual total de 74.18%.

El promedio mensual de la evaporación oceánica en un periodo de diez años (2007-2016) se calculó utilizando las estimaciones del conjunto de datos globales del OAFlux (**Tabla 4-6;** WHOI 2017). Se utilizaron datos del promedio mensual de una cuadrícula espaciada a un grado para estimar el promedio de evaporación mensual para el SAR. Los patrones de evaporación anual se correlacionan con la temperatura del aire y los patrones de precipitación descritos en las secciones previas, el aire más cálido genera más evaporación y, por lo tanto, mayor precipitación. La cobertura de nubes sobre el Golfo de México se determina por medio de las observaciones satelitales llevadas a cabo por el Proyecto Internacional Satelital de Climatología de las Nubes (International Satellite Cloud Climatology Project, ISCCP-NASA 2018) para el periodo de 1983 a 2009 (**Tabla 4-6**). Los datos históricos de presión atmosférica se obtuvieron de la boya oceanográfica 42055 de la NOAA-NDBC (**Tabla 4-6**). En la región del Área Contractual, la presión atmosférica más alta se presenta en el periodo de octubre a febrero, asociada de alguna forma a los eventos de Norte; por otro lado, la presión más baja registrada se presenta de mayo a septiembre, coincidiendo con el inicio de la temporada de huracanes.

Tabla 4-6. Parámetros meteorológicos mensuales promedio en el SAR

Promedios mensuales												
	E	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Punto de Rocío (°C) ‡	18	*17.5*	20	21.6	23.4	23.9	**24.2**	24.2	23.6	21.5	18.4	18.6
Humedad Relativa (%) ‡	73	72	80	80	**81**	78	76	74	72	69	*65*	70
Evaporación (mm) *	122	96	93	*82*	92	108	137	138	137	158	**163**	131
Cobertura de Nubes (%) §	50	45	45	45	50	55	50	55	**60**	**60**	*40*	*40*
Presión Atmosférica (promedio / max) (milibares)	**1,018 / 1,037**	1,016 / 1,030	1,015 / 1,026	1,013 / 1,024	*1,010 / 1,017*	1,012 / 1,019	1,014 / 1,019	1,012 / 1,018	1,012 / 1,018	1,013 / 1,028	1,017 / 1,029	1,017 / 1,029

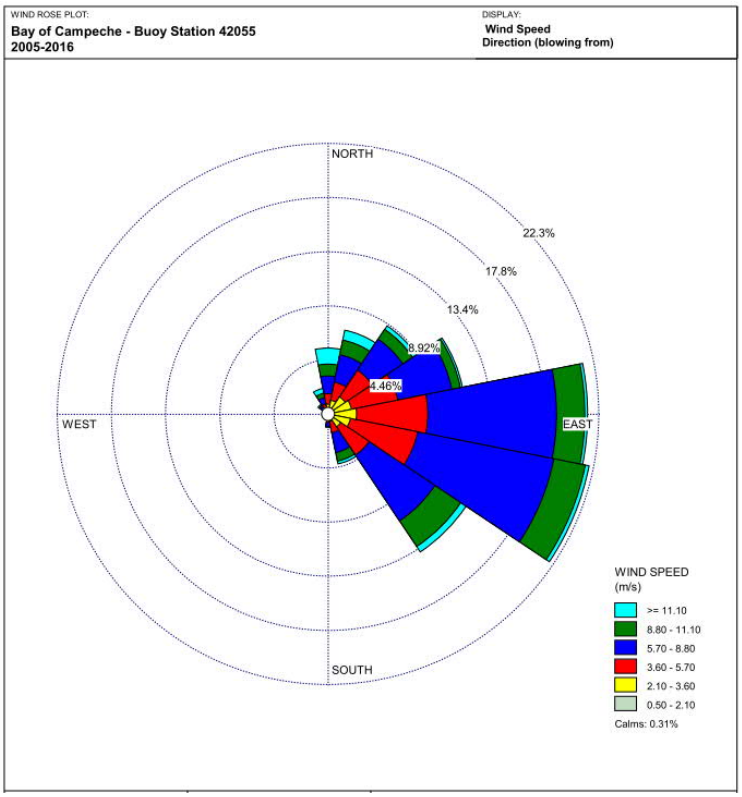
Negritas: Mes con valor promedio más alto
Itálicas: Mes con valor promedio más bajo

‡2005-2008, Fuente: NOAA-NDBC 2018
** 2007-2016, Fuente: WHOI 2017*
§1983 – 2009, Fuente: ISCCP-NASA 2018

4.2.1.1.2.1.4 Vientos predominantes: velocidad y dirección

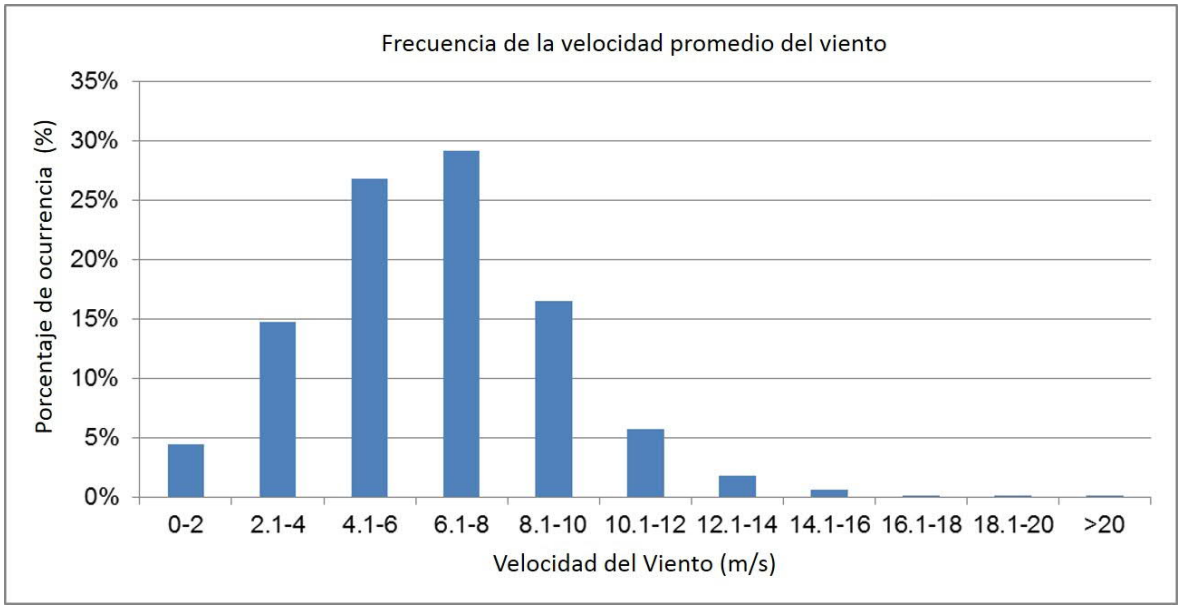
Con base en la boya oceanográfica de la Bahía de Campeche (Estación 42055), los vientos predominantes son de dirección este. La **Figura 4-4** muestra la rosa de los vientos de esta boya. Más del 90% de las direcciones promedio del viento por hora, entre el 2005 y el 2016, fueron entre los 0 y los 180 grados, con más de un 67% entre 46 y 135 grados. La **Figura 4-4** y **Figura 4-5** muestra el rango de velocidades entre el 2005 y el 2016, respectivamente. Conforme a los datos de la boya de la Bahía de Campeche (Estación 42055; NOAA-NDBC 2018), más del 87% de las velocidades promedio del viento por hora medidos en la boya entre el 2005 y el 2016 eran entre 2 y 10 m/s, con más del 55% con vientos entre 4 y 8 m/s. Los promedios de la velocidad de los vientos por hora arriba de los 20 m/s fueron menores al 1% del tiempo (**Figura 4-5**).

Figura 4-4. Rosa de los vientos – Boya Bahía de Campeche (Estación 42055)



Fuente: NOAA-NDBC 2018, AECOM 2018a

Figura 4-5. Frecuencia de la velocidad promedio de los vientos – Boya Bahía de Campeche (Estación 42055)

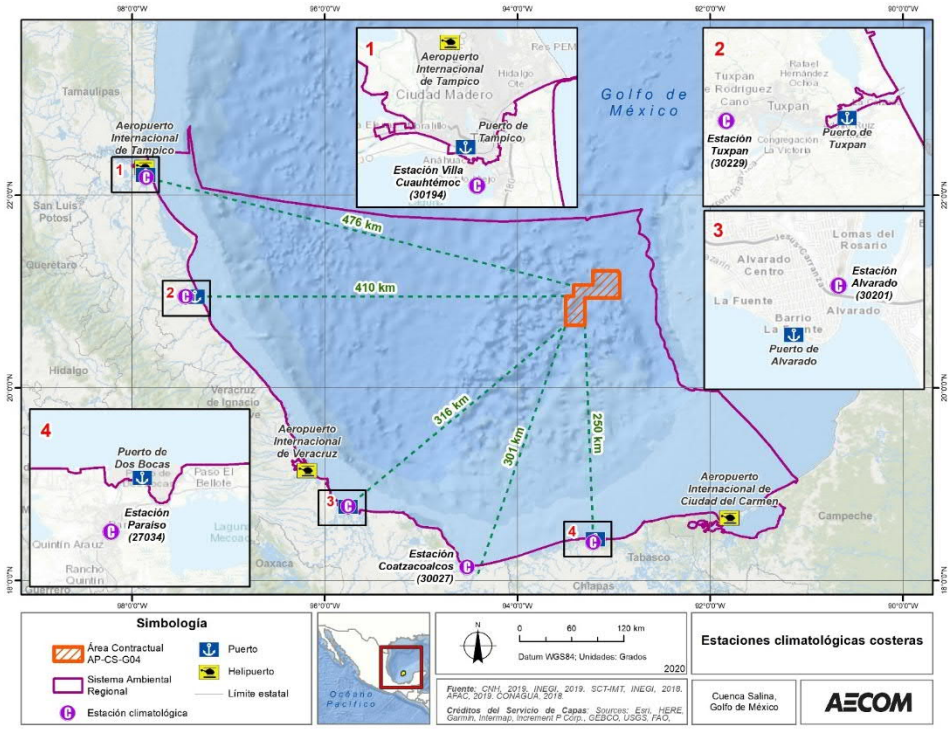


Fuente: NOAA-NDBC 2018, AECOM 2018a

4.2.1.1.2.2 Condiciones meteorológicas en tierra

Se utilizaron datos de estaciones climatológicas en tierra para caracterizar las condiciones meteorológicas a lo largo de la costa oeste del Golfo, lo cual comprende una parte del SAR en sus límites oeste y sur. Los valores normales de temperatura y precipitación (promedios que corresponden al periodo de 1951 al 2010) se obtuvieron de estaciones meteorológicas ubicadas en cinco municipios y que son operadas por la CONAGUA (**Figura 4-6**; CONAGUA-SMN 2018a, 2018b, 2018c). Los valores promedio estacionales interanuales de estos parámetros se incluyen en la **Tabla 4-7** junto con los números de identificación de la estación meteorológica, posición geográfica y altitud. Los valores del promedio mensual, la temperatura máxima y mínima se graficaron junto con la precipitación media normal (**Figura 4-7**).

Figura 4-6. Ubicación de las estaciones meteorológicas costeras con relación al SAR



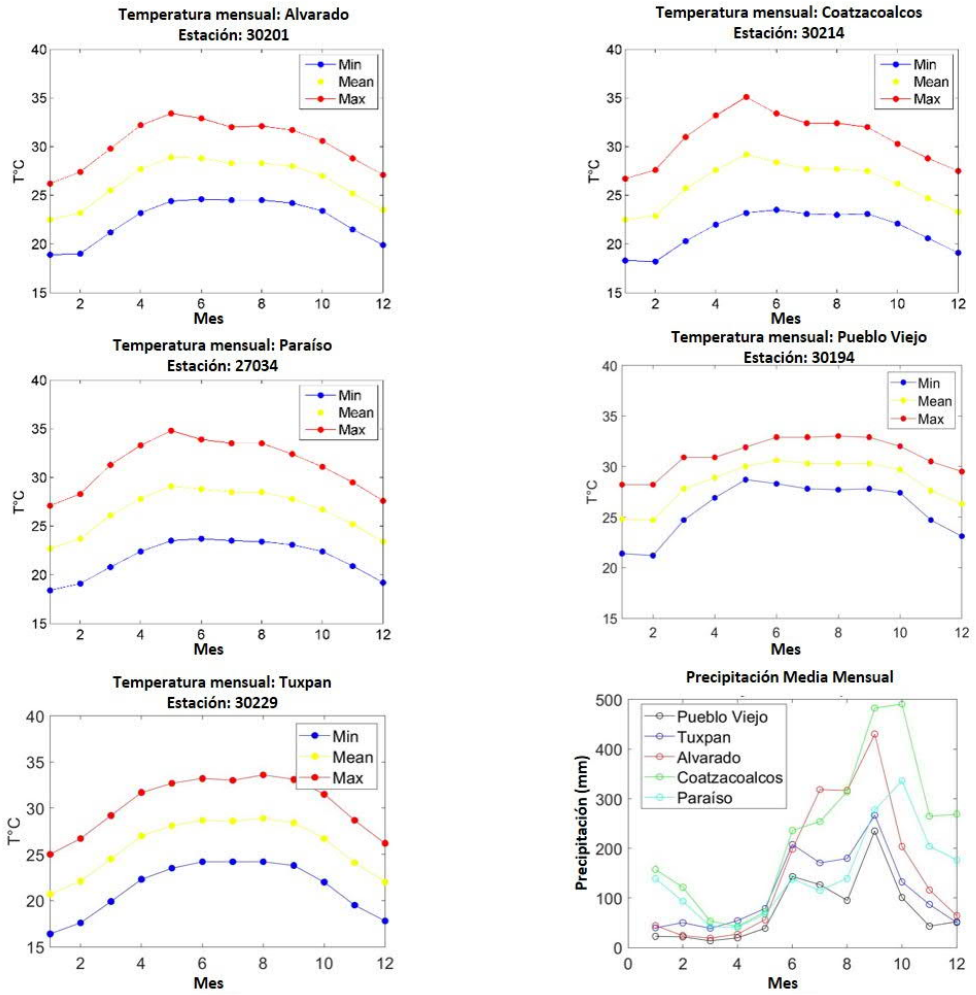
Fuente: AECOM 2018a

Tabla 4-7. Valores climáticos normales de temperatura y precipitación registrados en las estaciones meteorológicas en tierra

Municipio	Estación	Coordenadas	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)			Precipitación anual
				max	media	min	
Alvarado (Veracruz)	30201	18° 46’ 15” N 95° 45’ 20” W	5 msnm	30.4	26.4	22.4	1,819 mm
Coatzacoalcos (Veracruz)	30214	18° 04’ 20” N 94° 24’ 35” W	20 msnm	30.9	26.1	21.4	2,758 mm
Paraíso (Tabasco)	27034	18° 23’ 44” N 93°12’ 44” W	6 msnm	31.4	36.5	21.7	1,769 mm
Pueblo Viejo (Veracruz)	30194	22° 11' 00" N 97° 51' 00" W	4 msnm	31.2	28.4	25.8	912 mm
Tuxpan (Veracruz)	30229	20° 56' 50" N 97° 26' 40" W	17 msnm	30.4	25.8	21.3	1,356 mm

Fuente: AECOM 2021

Figura 4-7. Promedios mensuales de temperatura y precipitación registrado en las estaciones meteorológicas en tierra



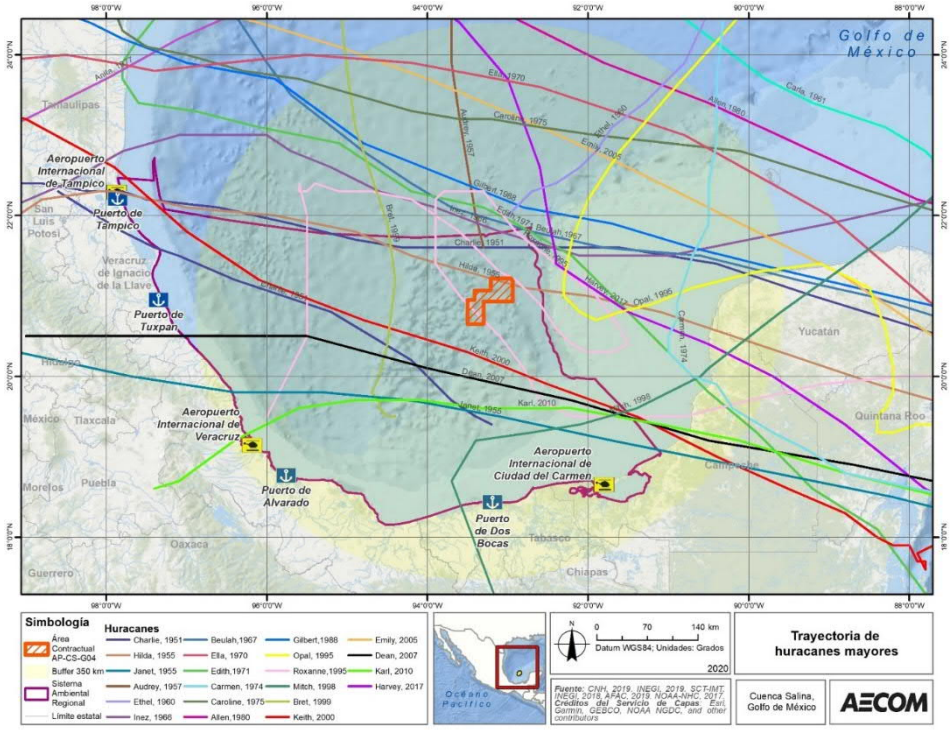
Fuente: CONAGUA-SMN 2018d

4.2.1.1.3 Eventos extremos

Los eventos meteorológicos en el Golfo de México incluyen huracanes, así como tormentas y depresiones tropicales. El clima en la región del SAR que predomina es el tropical con tormentas eléctricas y condiciones ciclónicas frecuentes. Los ciclones tropicales generalmente ocurren de junio a octubre, algunas veces extendiéndose hasta noviembre, siendo temporada alta el periodo de agosto a octubre. Del océano Atlántico, un promedio de 10 tormentas tropicales se desarrollan cada temporada, de estas aproximadamente seis se convierten en huracanes y de dos a tres se desarrollan como huracanes mayores (Categoría 3 o más alto según la Escala de Vientos Saffir-Simpson; NHC 2007).

Durante los últimos 68 años (1950-2017) 127 huracanes del Atlántico han atravesado por lo menos una porción del Golfo de México, de los cuales solamente 55 fueron huracanes mayores (categoría ≥ 3); de estos últimos, 13 pasaron dentro del SAR durante el mismo periodo (**Figura 4-8** y **Tabla 4-8**). Estos huracanes fueron: Charlie (1951), Hilda (1955), Janet (1955), Audrey (1957), Inez (1966), Beulah (1967), Edith (1971), Roxanne (1995), Mitch (1998), Bret (1999), Keith (2000), Dean (2007) y Karl (2010), varios de ellos resultaron en daños documentados a las plataformas de petróleo y gas (Knapp *et al*. 2010). La **Figura 4-8** muestra los huracanes mayores identificados dentro del SAR en el periodo de 1950 a 2017.

Figura 4-8. Trayectorias de huracanes mayores (Categoría ≥ 3) registrados en el SAR, en el periodo de 1950 a 2017



Fuente: NOAA-NHC 2018

Tabla 4-8. Resumen de los huracanes mayores registrados en el SAR en el periodo de 1950 a 2017

Nombre	Año	Fecha	Categoría	Viento máximo (km/h)	Mínima presión atmosférica (mbar)
Charlie	1951	Ago 12 – Ago 30	4	213	968
Hilda	1955	Sep 12 – Sep 20	3	205	952
Janet	1955	Sep 21 – Sep 30	5	280	914
Audrey	1957	Jun 25 – Jun 29	4	232	946
Inez	1966	Sep 21 – Oct 11	4	240	929
Beulah	1967	Sep 5 – Sep 22	5	260	923
Edith	1971	Sep 5 - Sep 18	5	259	943
Roxanne	1995	Oct 7 – Oct 11	3	185	956
Mitch	1998	Oct 22 – Nov 9	5	287	905
Bret	1999	Ago 18 – Ago 25	4	232	944
Keith	2000	Sep 28 – Oct 6	4	222	939
Dean	2007	Ago 13 – Ago 27	5	280	905
Karl	2010	Sep 14 – Sep 18	3	205	956

Nota: Las categorías (1 - 5) de los huracanes están basadas en la escala de Saffir-Simpson

Fuentes: Knapp et al. 2010, NOAA-NDBC 2018, NOAA-NODC 2018, NOAA-NHC 2017

4.2.1.2 Calidad del aire

Las fuentes de emisiones atmosféricas antropogénicas en el SAR están limitadas a las emisiones temporales de los buques transitando por el área, las cuales, acumulativamente se consideran insignificantes. Otra fuente de contaminantes atmosféricos costa afuera son las plataformas de hidrocarburos ubicadas aproximadamente a 370 km al norte en la parte del Golfo de Estados Unidos, las ubicadas al oeste dentro del SAR frente a las costas de Veracruz y las ubicadas al sureste del SAR en la Sonda de Campeche.

La base de datos de Calidad del Aire del Golfo de México (GMAQDB, por sus siglas en inglés) fue desarrollada para el norte del Golfo de México (Davis-Noland *et al*. 2009). Está compuesta por una base de datos en Oracle que contiene datos meteorológicos, calidad del aire y datos de emisiones atmosféricas del Golfo de México y de las áreas costeras de la porción estadounidense del Golfo (una herramienta de base de datos interactiva y personalizada). Una base de datos o herramienta similar a esta no ha sido desarrollada para el sur del Golfo de México, de igual forma, los datos incluyendo estudios de modelación son muy limitados para el SAR. Sin embargo, varios investigadores han estimado las fuentes de emisiones atmosféricas del sur del Golfo de México (Muriel 1999ª, Muriel 1999b, Villaseñor *et al*. 2003, Schifter *et al*. 2005 y Muriel-García *et al*. 2016). Muriel *et al*. (2016) resumieron los datos recolectados en la Bahía de Campeche (**Tabla 4-9**). Mientras que el ozono (O_3) no fue medido directamente, las emisiones de NOx y COV (precursores del ozono) pueden utilizarse para estimar cualitativamente un nivel de magnitud de formación de ozono nuevo. Como se muestra en la **Tabla 4-9** a continuación, las emisiones de NOx y COV en el SAR son relativamente bajas, y así se supone que la formación adicional de ozono es correspondientemente baja.

Tabla 4-9. Emisiones de contaminantes atmosféricos (KTon/año) en la Bahía de Campeche, Golfo de México

Ubicación de la Estación de Monitoreo	CO	CO_2	H_2S	NH_3	HCNM	NO_x[1]	PM_{10}[2]	SO_2	COT	PST	COV	Año de Publicación
Bahía de Campeche, Golfo de México	-	9,050	-	-	-	9.56	-	199.23	-	0.44	5.54	2000
	-	6,200	-	-	-	15.53	-	83.28	3.78	0.65	0.24	2002
	145.51	-	1.10	-	276.84	41.16	14.43	181.00	-	-	-	2003
	146.42	-	14.30	-	277.59	182.69	-	185.91	-	14.70	-	2005
	-	6,100	-	-	-	16.01	-	51.83	2.38	0.40	1.31	2005
	5.09	340	9.10	-	-	0.94	-	4.07	447.60	0.06	-	2006

[1]Emisiones de NO y NO_2 se representan como NO_x total
[2]Las emisiones $PM_{2.5}$ no fueron directamente estimadas dentro de la Bahía de Campeche. Ya que las emisiones $PM_{2.5}$ son un subconjunto de las emisiones PM_{10}, es conservador suponer que las emisiones de $PM_{2.5}$ son equivalentes a las PM_{10}

CO – Monóxido de Carbono — *CO_2 – Dióxido de Carbono*
H_2S – Ácido Sulfhídrico — *NH_3 – Amoniaco*
MNHC – Hidrocarburos No Metánicos — *NO_x – Óxidos de Nitrógeno*
SO_2 – Dióxido de Azufre — *COT – Carbono Orgánico Total*
PST – Partículas Suspendidas Totales — *COV – Compuestos Orgánicos Volátiles*
PM10 – Material Particulado (midiendo ≤ 10 micrómetros de diámetro)

Fuente: Modificado de Muriel-García et al. 2016

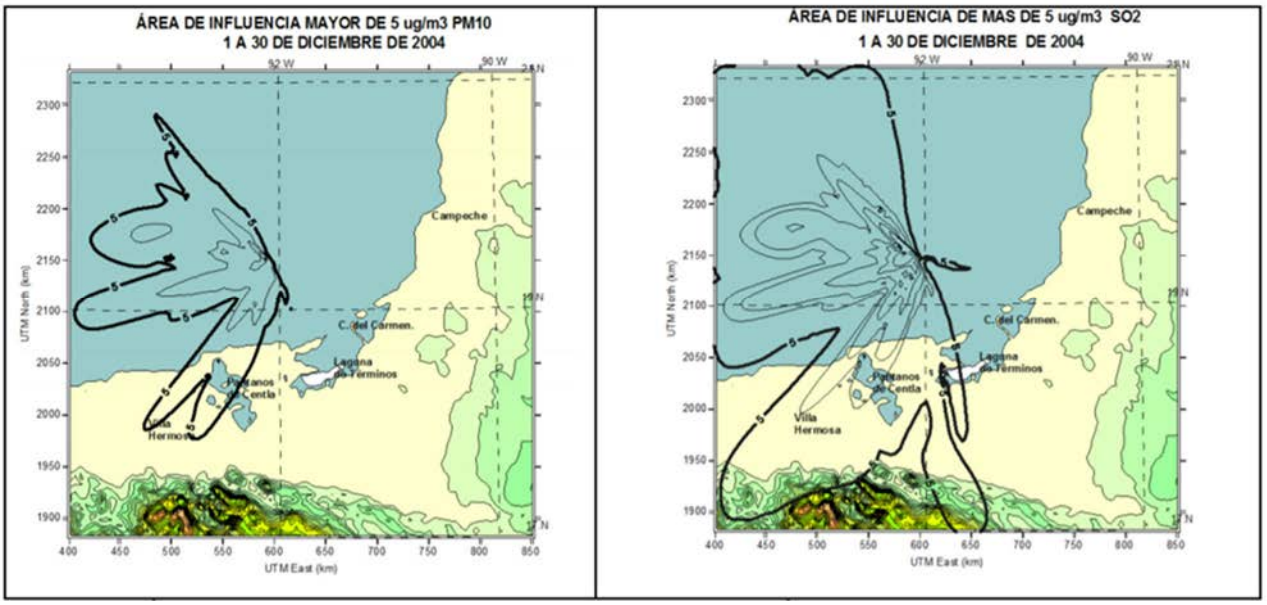
Muriel (1999) realizó el primer inventario de emisiones de contaminación del aire en la Sonda de Campeche, el cual cubrió un subconjunto de plataformas costa fuera: Abkatun-A, Abkatun-D, Abkatun-N, Pool-A y la Terminal Marítima de Dos Bocas (TMDB) en la costa sur de la Sonda de Campeche. De este estudio se concluyó que ninguno de los contaminantes emitidos estaba por encima de las concentraciones máximas permitidas según la regulación mexicana (Muriel 1999a y Muriel 1999b). Con respecto a estos datos se presume que no existe un excedente de las concentraciones permitidas a lo largo del SAR, aunque podría ocurrir algún excedente en la región periódicamente.

Schifter *et al.* (2005) recopilaron e integraron datos de las emisiones a la atmósfera del sector hidrocarburos costa afuera, tráfico costero y actividades pesqueras en la Sonda de Campeche, parcialmente traslapando con el SAR, para calcular la contribución del área a la contaminación del aire en términos de toneladas por contaminante. En este estudio el total de emisiones a la atmósfera de todos los contaminantes de la Sonda de Campeche se estimaron aproximadamente en 821,000 toneladas por año. El sector hidrocarburos se estimó como el mayor contribuyente con un total de 277,590 toneladas por año, generadas durante las actividades de quema. Los óxidos de azufre (SO_x) fueron los siguientes más altos con una contribución de 185,907 toneladas al año (Schifter *et al.* 2005). Se piensa que las actividades marítimas y de aviación contribuyen con menos del 2% del total de emisiones. La quema asociada a la industria de hidrocarburos fue considerada la principal fuente de emisiones de

contaminantes al aire en la Sonda de Campeche, con mayor actividad al sur del SAR, pero potencialmente desplazando dichas emisiones al interior del SAR debida a los vientos del este.

Bermeo-Yossa (2010) realizó una modelación de dispersión atmosférica de las emisiones generadas por la quema en la Sonda de Campeche utilizando el modelo de CALPUFF (modelo numérico con sistema Lagrangiano de fuente intermitente) que se enfoca en la dispersión de emisiones de PM_{10} y SO_2. La corrida completa del modelo no superó los umbrales establecidos por la normatividad ambiental para PM_{10} y SO_2. Mientras que el estudio se enfocó en demostrar los impactos costeros potenciales, la generación de emisiones (**Tabla 4-9**), que se concentran al sur del SAR (**Figura 4-9**), indica que es poco probable que las emisiones por quema de PM_{10} y SO_2 en la Sonda de Campeche contribuyan significativamente a las concentraciones de estos contaminantes dentro del SAR (Bermeo-Yossa 2010).

Figura 4-9. Área de influencia de emisiones de PM_{10} y SO_2 (concentraciones > 5 µg/m) por quema de hidrocarburos en la Sonda de Campeche



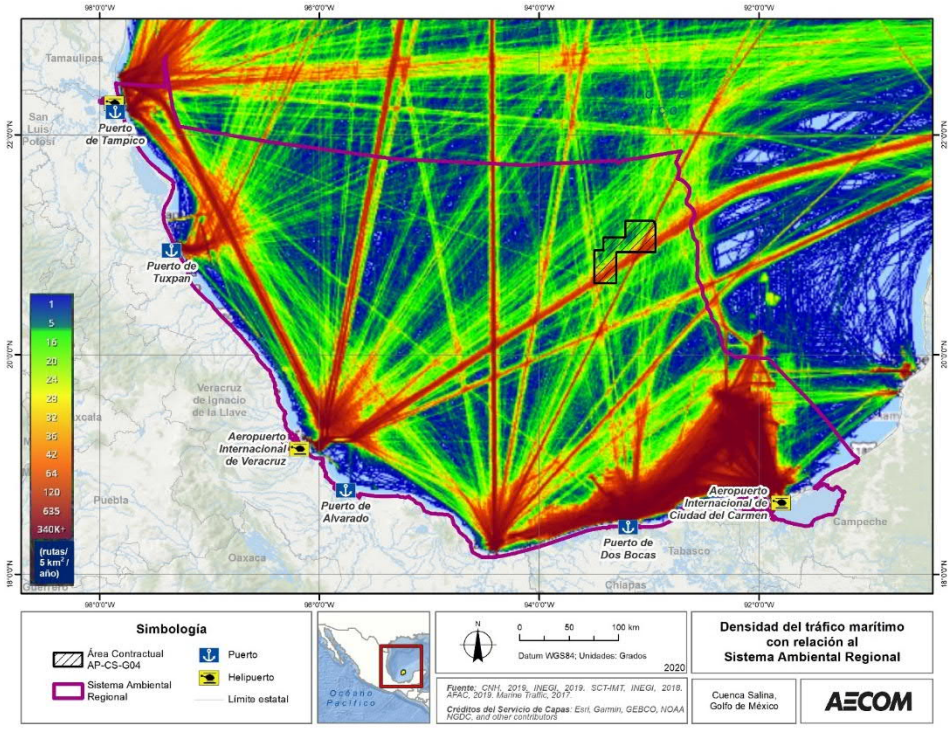
Con base en un modelo CALPUFF con datos meteorológicos de diciembre 2004. Figura del lado izquierdo: área de influencia para PM_{10}; figura del lado derecho: área de influencia para SO_2

Fuente: Bermeo Yossa 2010

Las fuentes móviles de emisiones (combustión de los motores de los buques) generan SO_x, NO_x, material particulado y dióxido de carbono (CO_2). Al ser fuentes móviles, su contribución a la calidad del aire local es proporcional al tráfico marítimo. La densidad relativa de tráfico marítimo en el Golfo de México se presenta a continuación en la **Figura 4-10**, donde los colores indican las densidades espaciales/temporales de los buques:

- Azul = < 5 tránsitos de buques por año, por 5 km^2
- Verde = 6 a 25 tránsitos de buques por año, por 5 km^2
- Amarillo = 26 a 35 tránsitos de buques por año, por 5 km^2
- Naranja = 36 a 120 tránsitos de buques por año, por 5 km^2
- Rojo = > 120 tránsitos de buques por año, por 5 km^2

Figura 4-10. Densidad de tráfico marítimo en el SAR y el Área Contractual



Fuente: MarineTraffic 2018

Los datos de la densidad de tráfico marítimo se derivan de la acumulación de información satelital de los Sistemas de Identificación Automática (AIS, por sus siglas en inglés) que rastrean buques individuales que tengan un tonelaje de 300 o más toneladas, así como para barcos de pasajeros (independientemente del tamaño).

El SAR generalmente incluye zonas de tráfico de baja, moderada y alta densidad, con carriles de navegación específicos que experimentan más de 120 buques por año por cada 5 km^2. También sugiere una tendencia general del tráfico que pasa en dirección noreste-suroeste a través del SAR entre los puertos de Tampico, Tuxpan, Veracruz, Coatzacoalcos y el sur de EE.UU, con tráfico regional en los puertos de Dos Bocas e Isla del Carmen y, tráfico en dirección este a oeste entre el Golfo de México y el Mar Caribe.

Se observó un total de siete embarcaciones durante la campaña del Estudio de LBA en el Área Contractual. Los buques incluyeron dos buques petroleros (*Wafrah* y *Aurora*), dos buques de carga (uno era el *Mason*) y tres buques de pesca.

4.2.1.3 Luz y sonido

Actualmente existen pocas publicaciones y datos bibliográficos acerca de la luz y el sonido en el área del SAR. Los buques, tanto de carga como de pesca, suelen ser los principales contribuyentes de luz y sonido antropogénicos. Se observaron siete buques durante el Estudio de LBA. Así mismo, las fuentes fijas de luz y sonido más cercanas se localizan a lo largo de la costa de Veracruz y Tabasco, en donde se ubican las instalaciones del sector hidrocarburos, tal como la infraestructura del Complejo Cantarell en la Sonda de Campeche. Existen varias instalaciones activas de hidrocarburos costa afuera que se localizan al sureste dentro del límite del SAR.

4.2.1.3.1.1 Luz artificial

La contaminación lumínica, definida como “la degradación del hábitat fótico por luz artificial”, ocurre cuando los organismos están expuestos a una intensidad de luz mayor a la que ocurre en niveles de luz de fondo natural (Verheijhen 1985). La contaminación lumínica se puede dar por la intrusión de luz, sobre iluminación, reflejo, desorden lumínico o resplandor en el cielo, con todos estos parámetros dependiendo de las características ambientales, teniendo muy probablemente impactos sobre los animales nocturnos y migratorios (Rajkhowa 2014). A pesar de que los impactos por fuentes antropogénicas se han cuantificado en ecosistemas terrestres durante las últimas décadas, los impactos de la luz artificial en ecosistemas marinos no se han estudiado a detalle (Davies et al. 2014).

En general, los ecosistemas marinos cercanos o en la costa identificados en el límite oeste del SAR están expuestos a un mayor número e intensidad de fuentes lumínicas, particularmente cerca de centros poblacionales, en comparación con los ecosistemas marinos costa afuera, los cuales comprenden a la mayor parte del SAR (Davies *et al*. 2014). La intensidad de las fuentes de luz artificial ha incrementado en las últimas décadas, correlacionadas con un aumento de la densidad poblacional en las costas (Depledge *et al*. 2010). Un estimado de 354,760 km de las costas a nivel global estuvieron expuestas a contaminación lumínica artificial en el 2010, con un incremento anual en la intensidad (Davies *et al*. 2014).

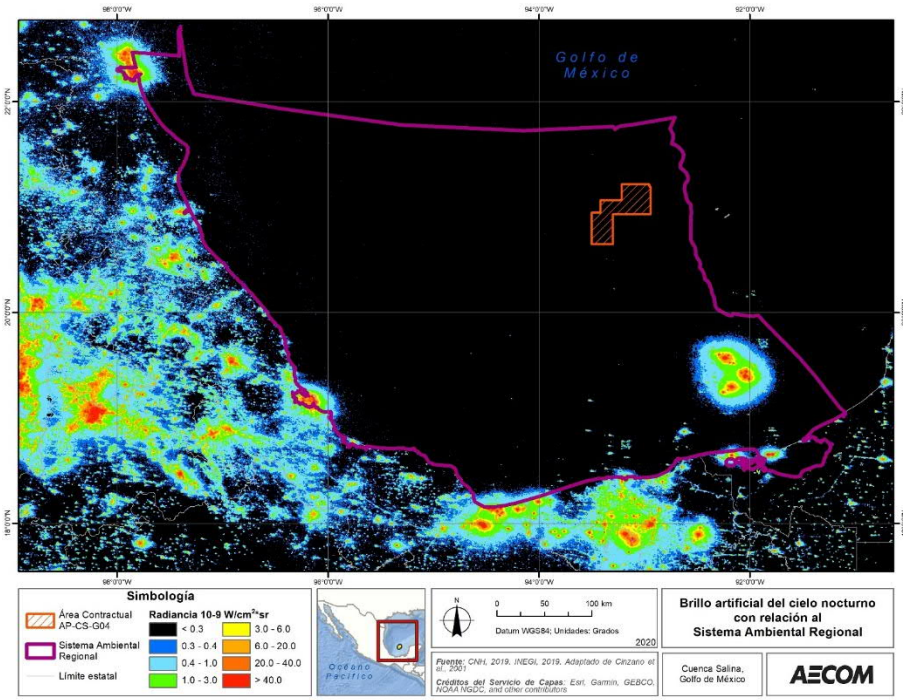
Las fuentes de luz artificial costa afuera pueden ser temporales o permanentes. La navegación comercial y la pesca son fuentes temporales que pueden ocurrir dentro del SAR, a una densidad variable según las estimaciones actuales (MarineTraffic 2018) y primordialmente a lo largo de rutas establecidas (**Figura 4-10**). El tránsito semanal de los OSV/FSV y del buque de perforación hacia el Proyecto también se considera dentro de esta categoría (**Figura 4-10**). Cerca de la costa, las fuentes de luz marinas semi-permanentes incluyen a las plataformas petroleras, que se localizan cerca y justo dentro del límite sur del SAR (**Figura 4-11**). Estas grandes estructuras, junto con fuentes terrestres cercanas, pueden incrementar la intensidad de luz por las noches sobre un área amplia.

Las fuentes de luz artificial antropogénicas permanentes dentro y cercanas al SAR incluyen (**Figura 4-11**):

- Los bloques costa afuera del sector hidrocarburos en la Sonda Campeche (las plataformas más cercanas se ubican aproximadamente a 120 km al este-sureste del Área Contractual)
- La ciudad y Puerto de Coatzacoalcos, 2 km al sur
- La ciudad de Paraíso (3 km) y el Puerto de Dos Bocas (dentro del SAR)
- La ciudad y Puerto de Veracruz (dentro del SAR)

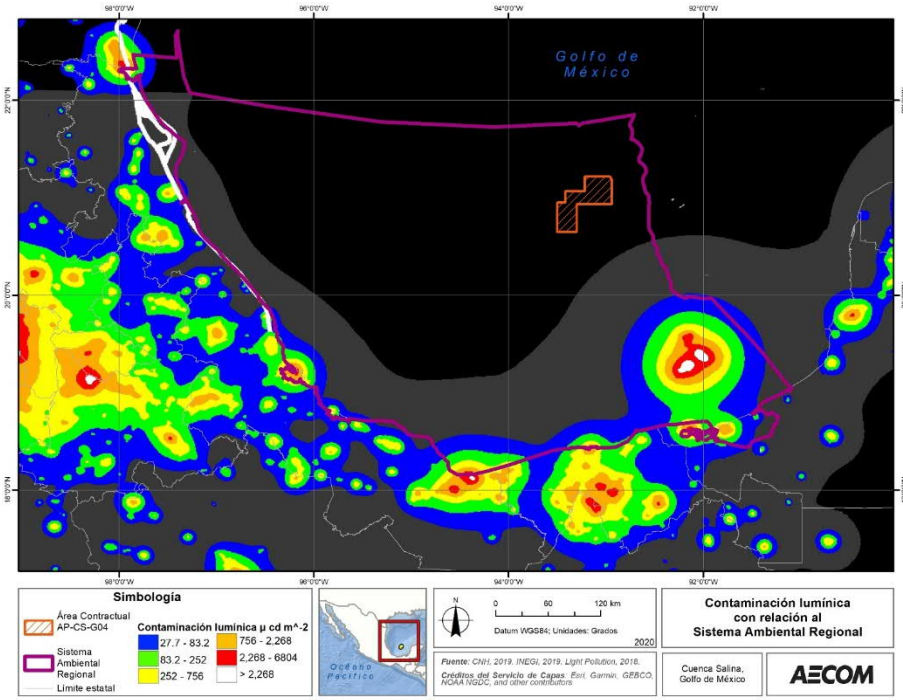
La **Figura 4-11** muestra un mapa de contaminación lumínica costa fuera y en tierra, alrededor del SAR (LightPollutionMap 2018), que incluye los puertos utilizados para el Proyecto (**Figura 4-12**). Las cuatro fuentes de luz antropogénicas (enlistadas anteriormente) se pueden observar en el mapa. La **Figura 4-12** muestra las áreas con contaminación lumínica artificial del cielo nocturno a nivel del mar para la región sur del Golfo de México. Las áreas grises indican que la luminosidad artificial en el cielo es mayor al 1% de la referencia natural de luminosidad, mientras que las áreas negras están libres de contaminación lumínica en el cenit (Cinzano *et al.* 2001). Como puede observarse en ambas imágenes, el Área Contractual está alejada de cualquier fuente lumínica y la mayor parte del SAR se ubica más allá del límite donde la contaminación lumínica se propaga a partir de las fuentes fijas de la región.

Figura 4-11. Fuentes de luz antropogénica con relación al SAR



Fuente: Adaptado de LightPollutionMap 2018

Figura 4-12. Brillo artificial en el cielo nocturno a nivel del mar en el SAR



Las áreas negras se pueden considerar libres de contaminación lumínica

Fuente: Adaptado de Cinzano et al. 2001

4.2.1.3.1.2 Sonido subacuático

Las características de niveles y frecuencias del sonido ambiental son dos factores que controlan la distancia a la cual una fuente de sonido puede ser detectada (Richardson *et al*. 1995). En general, el sonido solo es detectable si está dentro del rango de audición del receptor y en un volumen más alto que el sonido ambiental a frecuencias similares. Un sonido ambiental más bajo produce un sonido audible a mayores rangos antes de que disminuya por debajo del nivel del sonido de fondo. La zona potencial en la que las emisiones de sonido de una fuente determinada son detectadas, depende de los niveles y tipos de sonido ambiental en aguas que rodean a la fuente de sonido.

Los sonidos subacuáticos se derivan tanto de fuentes antropogénicas como naturales. El ambiente acústico del entorno oceánico es altamente variable e incluye varias fuentes naturales (por ejemplo, viento, oleaje, actividad sísmica, corrientes oceánicas, precipitación, fuentes térmicas y vida marina; Wenz 1962, Hildebrand 2004). Sin embargo, las dos principales fuentes de sonido en el océano son provocadas por el hombre: la actividad del sonar y la propulsión de buques, ambas actividades tienen alta variabilidad espaciotemporal (Wenz 1962).

El viento y las olas generalmente producen sonidos con frecuencias de 50 Hz a 100 kHz, donde los niveles tienden a aumentar al incrementar la velocidad del viento. El sonido ambiental del océano debido al viento y las olas se describe a menudo en relación con el estado marino. Wenz (1962) determinó una regla empírica como una aproximación para los niveles de espectro del sonido ambiental dependiente del viento. Entre 500 Hz y 5 kHz, los niveles de espectro disminuyen 5 decibeles (dB) por octava a medida que aumenta la frecuencia, y aumentan 5 dB con cada duplicación de la velocidad del viento de 5 a 75 kilómetros/hora (km/h). El nivel de espectro a 1 kHz en aguas poco profundas es de 56 dB re 1 μPa^2 / Hz (decibeles referidos a 1 micropascal al cuadrado por hertz) cuando la velocidad del viento es de 9 km/h (estado dos en la escala de Beaufort). En un entorno de mar abierto, los estados de más de cuatro en la misma escala son más comunes, lo que da como resultado niveles de sonido ambiental dependientes del viento de 100–120 dB re 1 µPa (decibeles referenciados a 1 micro pascal).

Los sonidos biológicos suelen oscilar entre <10 Hz y >200 kHz, e incluyen sonidos denominados como silbidos o chasquidos de mamíferos marinos. Los peces, las tortugas y los invertebrados marinos también generan sonidos bajo el agua; algunos asociados con la comunicación y el resto por conductas de movimiento (National Research Council 2003).

El sonido generado por fuentes geológicas, como las ondas acústicas durante los terremotos y la actividad de ventilación volcánica o hidrotérmica, puede propagarse a grandes distancias. El talud asociado con la plataforma continental u otra fisiografía submarina puede producir un sonido significativo debido al desplazamiento de los sedimentos por las fallas en el talud (National Research Council 2003).

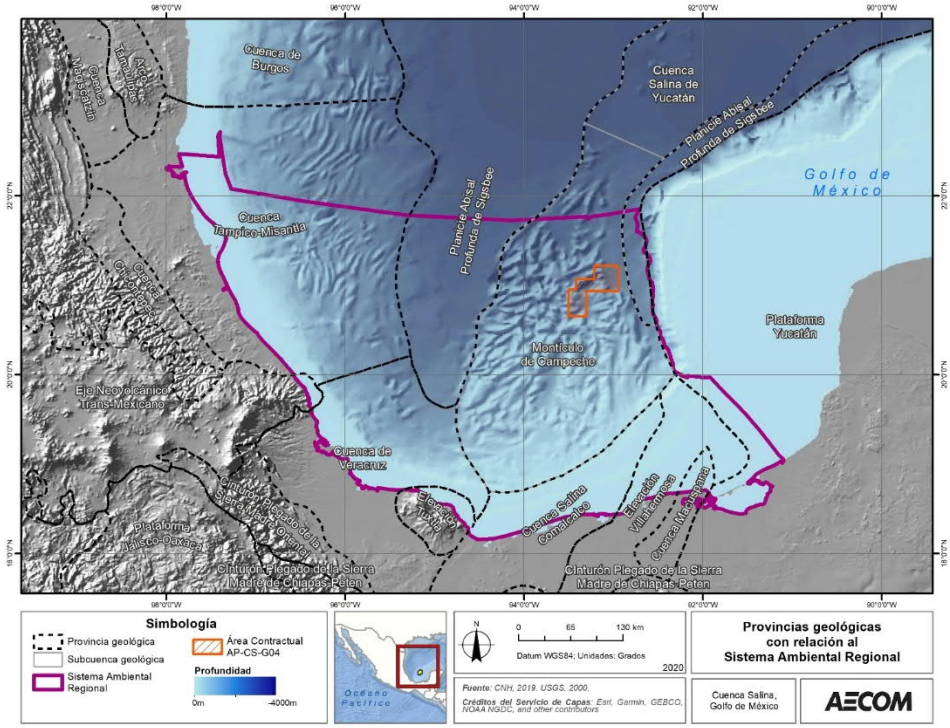
Diferentes fuentes de sonido antropogénico son dominantes en cada una de las tres bandas de frecuencia: baja (10 a 500 Hz), media (500 Hz a 25 kHz) y alta (> 25 kHz). La banda de baja frecuencia está dominada por el transporte comercial y, en segundo lugar, la exploración sísmica. Las fuentes sísmicas y de navegación contribuyen al sonido ambiental en las cuencas oceánicas ya que el sonido de baja frecuencia experimenta poca atenuación, lo que permite una propagación de largo alcance. El sonido antropogénico en la banda de frecuencia media se debe principalmente al SONAR (militar y cartográfico), así como a pequeñas embarcaciones (Hildebrand 2009). En las frecuencias altas, como en las ecosondas multihaz, la atenuación acústica se vuelve extrema, de modo que todas las fuentes de sonido se limitan a un área cercana a la fuente.

Los sonidos antropogénicos se derivan principalmente de las actividades navieras e industriales. La navegación superficial es la fuente más difundida de sonido antropogénico de baja frecuencia (0 a 1,000 Hz) en los océanos (Simmonds y Hutchinson 1996). Los intervalos para barcos comerciales varían de 180 a 195 dB re 1 µPa, que dominan el sonido bajo el agua en las bandas de frecuencia de 10 a 500 Hz (National Research Council 2003, Hildebrand 2009, McKenna *et al*. 2012). Los buques pesqueros también son fuentes de sonido bajo el agua, sin embargo, éstos son más pequeños y comprenden un nivel de fuente acústica más bajo que un buque mercante o uno petrolero, según analiza la Organización de Investigación Científica Aplicada de los Países Bajos (TNO).

4.2.1.4 Geología y geomorfología

En esta sección, se incluye una descripción general de las características geológicas del SAR al sur del Golfo de México; la información está enfocada principalmente en la Cuenca Salina y en la provincia de los Montículos de Campeche, las cuales comprenden la mayor parte del SAR e incluyen al Área Contractual (**Figura 4-13**).

Figura 4-13. Ubicación del SAR con respecto a las provincias geológicas del Golfo de México



Fuente: AECOM con USGS 2000

La Cuenca Salina se localiza en la parte sur del Golfo de México, en profundidades de agua que van desde la isóbata de 500 m hasta profundidades superiores a los 3,500 m. Limita al oeste con el Cinturón Plegado Catemaco, el Sistema Contraccional de Cordilleras Mexicanas y el límite oceánico-continental; al este con el Escarpe de Yucatán; al norte con la planicie abisal y, al sur con el Cinturón Plegado de Chiapas, el Sistema Contraccional Pilar de Akal y el sistema extensional de Macuspana (**Figura 4-13**).

4.2.1.4.1 Evolución tectónica y estratigrafía

4.2.1.4.1.1 Cuenca Salina del Golfo de México

La Cuenca Salina se caracteriza por presentar diferentes estilos de deformación relacionados con eventos tectónicos compresivos y tectónica salina, cuyos efectos se imprimen en la secuencia sedimentaria que se remonta al Periodo Jurásico como un tren estructural en dirección sursureste a nornoroeste, desarrollado desde el Paleógeno hasta el Mioceno principalmente. El estilo estructural refleja una fuerte influencia de intrusiones de masas salinas que originaron el desarrollo de una serie de estructuras en forma de anticlinales amplios nucleados por sal, bloques fallados con ángulos de buzamiento alto, así como bloques expulsados y canopies salinos extrusionados hasta niveles subsuperficiales susceptibles de afectar, en algunos casos, influencian la actual topografía del fondo marino.

La configuración estructural actual de la Cuenca Salina es el resultado de diferentes eventos tectónicos, desde el Jurásico Medio hasta el presente, los cuales se describen a continuación a manera de síntesis.

4.2.1.4.1.1.1 Fase de Rifting/Apertura

La evolución estructural inicial de la Cuenca Salina comenzó con una fase de apertura durante el Triásico Superior – Jurásico Inferior asociada con la extensión y el adelgazamiento litosférico de la placa continental. Las indicaciones de este evento se evidencian en los datos sísmicos, especialmente en aguas someras del sur del Golfo de México; en aguas profundas este evento no se evidencia dadas las profundidades a las que se ubica actualmente y a la presencia de una capa de sal que actúa como filtro para la litología subyacente. Los estilos estructurales asociados a esta fase consisten en un sistema de *horsts* y *grabens*, así como de reflectores sísmicos usualmente caracterizados por truncamientos y solapamientos transgresivos (*onlaps*).

4.2.1.4.1.1.2 Margen Pasivo

La fase de apertura fue seguida por una etapa de margen pasivo, periodo durante el cual se produjo una transgresión marina gradual desde el Jurásico tardío al Cretácico temprano. La apertura del Golfo de México incluyó una subsidencia térmica asociada al enfriamiento de la corteza oceánica. Se registraron movimientos tempranos de sal por flotación, carga diferencial y deslizamiento gravitacional, generándose estructuras de almohadas y domos de sal localizadas a lo largo de la Cuenca Salina, que controlaron posteriormente la deformación estructural y la sedimentación en la cuenca.

4.2.1.4.1.1.3 Orogenia Laramide

A lo largo del Periodo Paleógeno, procesos asociados con la orogenia de Laramide en curso en el lado occidental y la subducción de la Placa de Farallón condujo al empuje del Cinturón Plegado de la Sierra Madre a lo largo de la Cordillera Occidental. Aunque no hay evidencia de deformación estructural asociada con la orogenia Laramide en la Cuenca Salina, hubo un aumento en la deposición de sedimentos, especialmente en la Cuenca de Veracruz, asociado con el levantamiento del interior en el lado oeste que condujo a una reactivación de la sal autóctona, creando diapiros de sal asimétricos localizados.

4.2.1.4.1.1.4 Orogenia Chiapaneca

A medida que la Placa de Farallón subduce a lo largo del margen occidental, el bloque Chortis comienza a migrar hacia el este, hasta su posición actual en Centroamérica (Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala). La Cuenca Salina y su interior experimentaron una contracción asociada con la transgresión del bloque Chortis moviéndose hacia el este, que condujo a la elevación del Cinturón Plegado de Chiapas. La aparición de este evento está marcada por una compresión en el Mioceno tardío de diapiros de sal existentes.

4.2.1.4.1.1.5 Estilos estructurales

El Área Contractual se localiza aproximadamente en la porción sur-central de la Cuenca Salina, en la provincia de los Montículos de Campeche, dentro del Dominio Tectónico Extensional y Salino en Aguas Profundas y se caracteriza principalmente por la presencia de diapiros salinos en toda el área (**Figura 4-14** y **Figura 4-15**). Las estructuras compresivas son más prominentes en la porción norte del bloque y generalmente se pueden presentar como dos tipos principales:

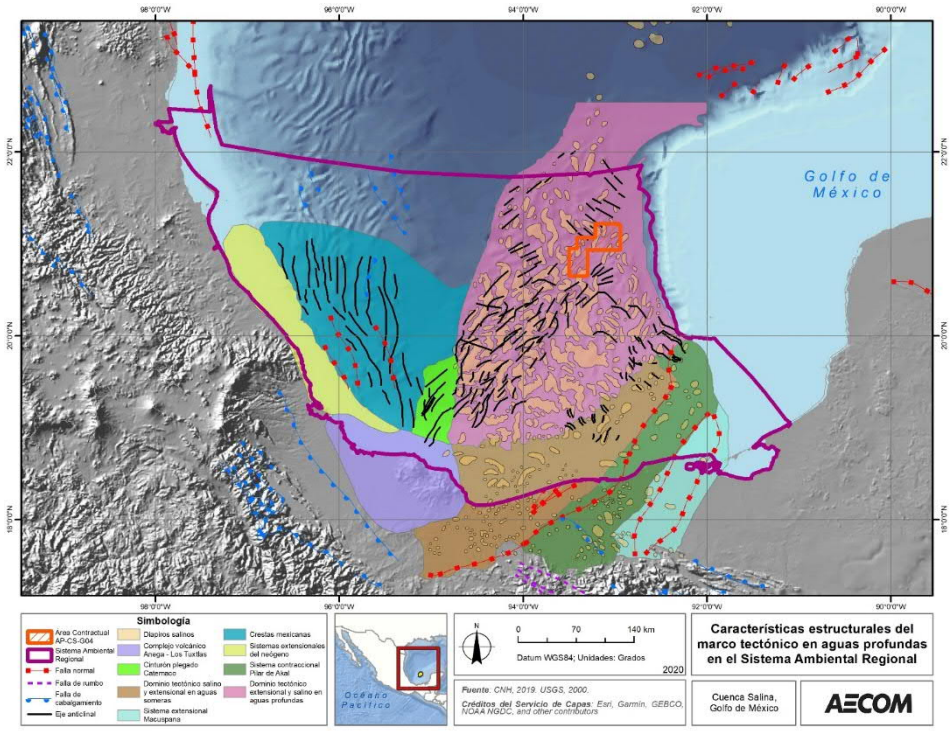
1. Anticlinales simples: nucleados por sal con espesores constantes desde la sal autóctona hasta el Mioceno Superior, con crecimiento localizado y erosión durante el Plio – Pleistoceno.
2. Anticlinales asociados a cabalgamientos, con o sin fallas normales de colapso en la cresta: Estas estructuras usualmente presentan espesores constantes entre la sal autóctona y el Mioceno Medio, con erosión durante el Mioceno Superior, y evidencias de crecimientos y erosión durante el Plio – Pleistoceno.

Hay presencia de diapiros de sal subsuperficiales dentro del Área Contractual y alrededor de la misma. Las estructuras de diapiros usualmente presentan espesores variables en los flancos opuestos, indicando crecimiento asimétrico y múltiples etapas de deformación desde el Cretácico Superior, pero principalmente en el Eoceno Superior, reflejando crecimientos o irregularidades en el espesor de la sal durante esta etapa. Se caracterizan también por un período de crecimiento a partir del Oligoceno Superior – Mioceno Inferior hasta el Plio – Pleistoceno.

Las secciones sísmicas también son útiles para interpretar anticlinales y cuerpos de sal presentes en los Montículos de Campeche (**Figura 4-15**). En algunos casos, las fallas normales en las crestas de los pliegues giran a posiciones subhorizontales con crecimiento adicional de las estructuras, las cuales pueden también ser reactivadas como fallas inversas.

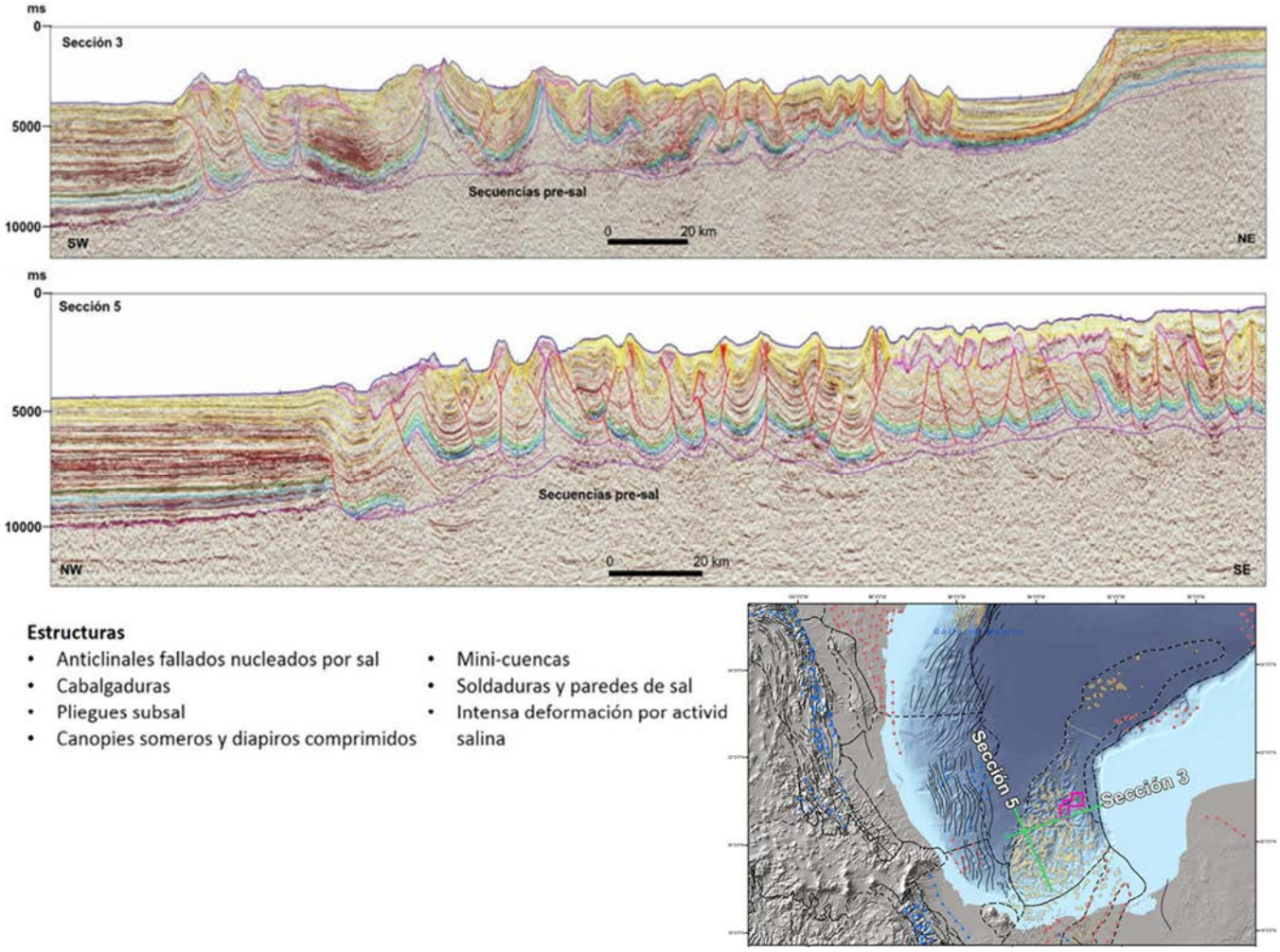
Los pliegues en esta área tienden a tener una forma arqueada como resultado de los elementos estructurales que controlaron el espacio, incluyendo el límite entre cortezas continental – oceánica al oeste y el Escarpe de Campeche al este, toda vez que funcionan como límites del frente de deformación. Pemex realizó descubrimientos a lo largo del margen occidental de la cuenca con la perforación de los pozos exploratorios Yoka-1, Nat-1, Hem-1 y Kunah-1, mismos que se asocian a fallas de despegue en el Eoceno o estructuras en compresión. Se reportaron espesores importantes de arenas con saturaciones residuales o totales de gas y condensado, prueba de la existencia de un sistema petrolero activo en el área. El pozo Nat-1 se ubica a más de 100 km de distancia del punto más cercano del Área Contractual.

Figura 4-14. Características estructurales del marco tectónico del SAR



Fuente: AECOM con USGS 2000

Figura 4-15. Secciones sísmicas longitudinales de los Montículos de Campeche

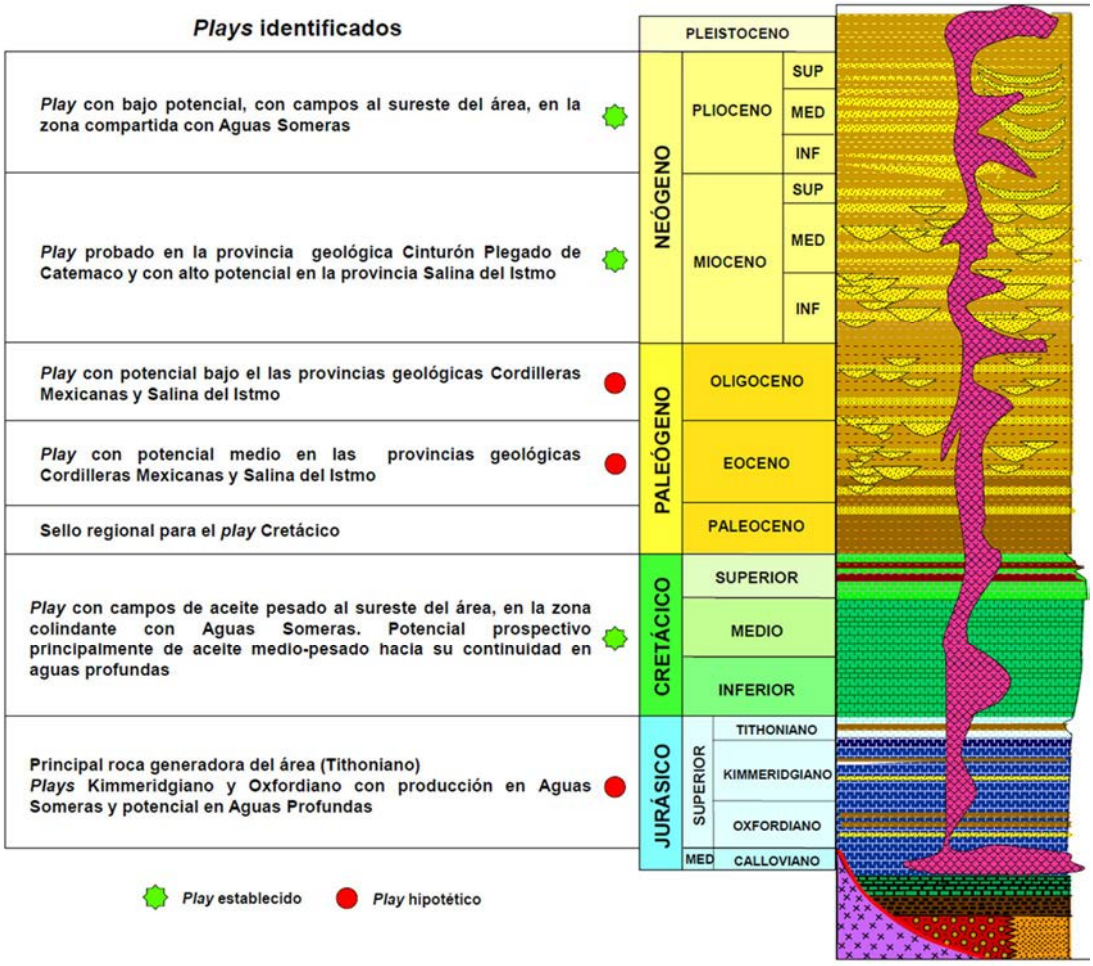


Fuente: Adaptado de CNH 2015

Los pozos exploratorios perforados en el margen occidental de la cuenca han penetrado casi exclusivamente los intervalos Mioceno/Oligoceno Superior y más jóvenes. El pozo exploratorio más cercano, después de Max-1 EXP (el cual fue perforado recientemente), al sur del Área Contractual, Tamha-1, alcanzó el Cretácico en la parte central de la cuenca, sin embargo, fue clasificado como invadido por agua salada.

Las plays principales en esta área incluyen el Plioceno, Mioceno, Oligoceno, Eoceno, Cretácico y Jurásico (**Figura 4-16**). Los dos últimos solo han demostrado ser económicamente viables en aguas someras.

Figura 4-16. Columna estratigráfica representativa e identificación de plays de la Cuenca Salina

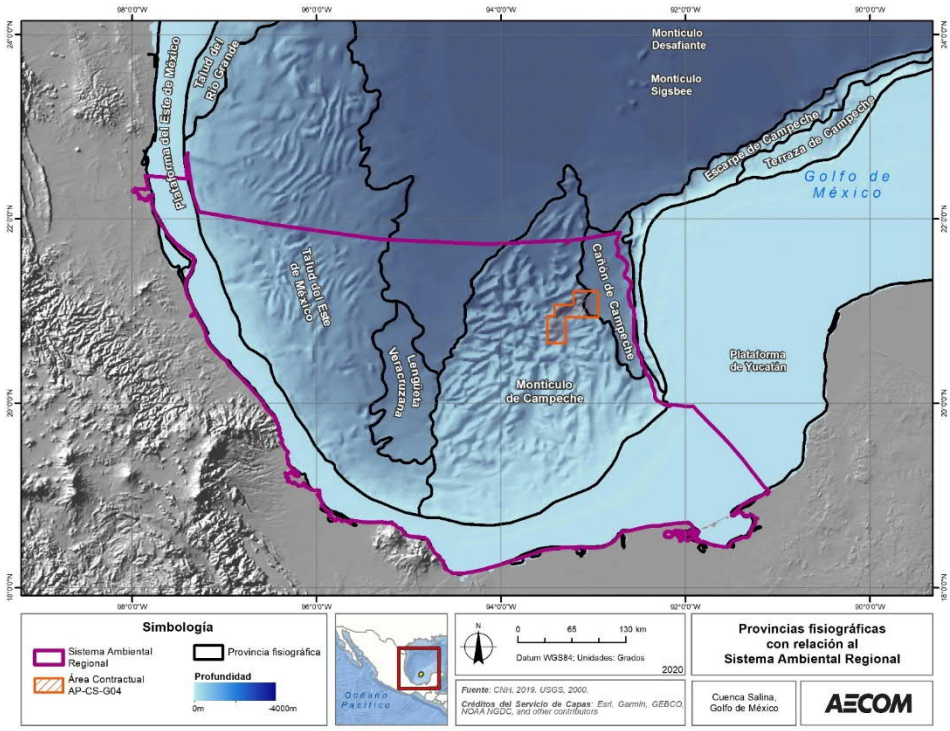


Fuente: CNH 2015

4.2.1.4.2 Provincias fisiográficas y geomorfología del lecho marino

El SAR abarca seis provincias fisiográficas: Plataforma del Este de México, Talud del Este de México, Montículo Sigsbee, Lengüeta Veracruzana, Montículos de Campeche y Cañón de Campeche. Particularmente el Área Contractual se ubica en su mayor parte en el Montículo de Campeche con una pequeña fracción al este en el Cañón de Campeche (**Figura 4-17**). Las provincias fisiográficas del Golfo de México se han estudiado extensamente desde mediados del siglo XX (Bergantino 1971, Garrison y Martin 1973, Bryant *et al*. 1991) y en gran parte están constituidas por plataformas continentales separadas geográficamente, taludes, escarpes, cañones y llanuras abisales profundas. La cuenca sedimentaria ha sido influenciada fundamentalmente por fuerzas tectónicas extensionales y compresionales (es decir*, rifting*), subsidencia, desarrollo de plataformas de carbonato de calcio, cambio eustático en el nivel del mar, diapirismo salino, deslizamientos gravitacionales y flujos impulsados por densidad (Bryant *et al.* 1991, CNH 2015). Posteriormente se desarrollaron las diferentes cuencas y subcuencas, con una formación única y geología subyacente. Todos estos factores han conducido a los rasgos batimétricos y geomorfológicos actuales del Golfo de México, tal como se muestra en la **Figura 4-17**.

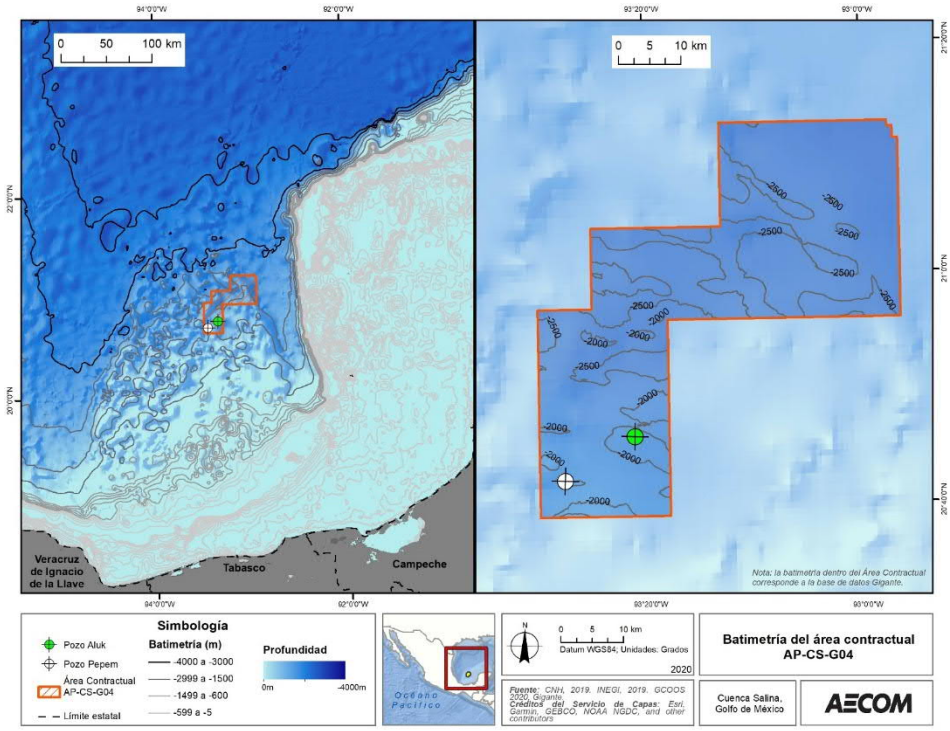
Figura 4-17. Ubicación del SAR con respecto a las provincias fisiográficas del Golfo de México



Fuentes: Bryant et al. 1991, CNH 2015, Rodríguez 2011

Las características dentro del SAR incluyen la provincia de los Montículos de Campeche (en el centro del SAR), que está situada entre el fondo relativamente liso de la Lengüeta Veracruzana al oeste y la estructura profunda del Cañón de Campeche al este. Los relieves suaves separan los Montículos de Campeche de los Montículos Sigsbee ubicados al noreste, los cuales presentan una pendiente continental y de plataforma, cerca de la costa dentro de la provincia Bahía de Campeche y las provincias del este de México (Bryant *et al.* 1991, Sahling *et al.* 2016a). Los Montículos de Campeche consisten en un terreno irregular resultado de intrusiones salinas, diapirismo salino y eventos de compresión tectónica que ocurrieron durante las Épocas del Paleoceno al Plio/Pleistoceno (Bryant *et al.* 1991, CNH 2015). Los bloques salinos alóctonos emergieron de los depósitos de evaporita subyacentes, manifestándose como lomas elongadas (de 5 km a 10 km de longitud) con relieve de hasta 800 m y pendientes hasta del 20% (MacDonald *et al.* 2004). Estos rasgos son generalmente evidentes cuando se observa la batimetría de la parte central del SAR. El tirante de agua en el Área Contractual varía desde 1,500 m hasta 2,950 m (**Figura 4-18**).

Figura 4-18. Batimetría del Área Contractual con contornos de 500 m



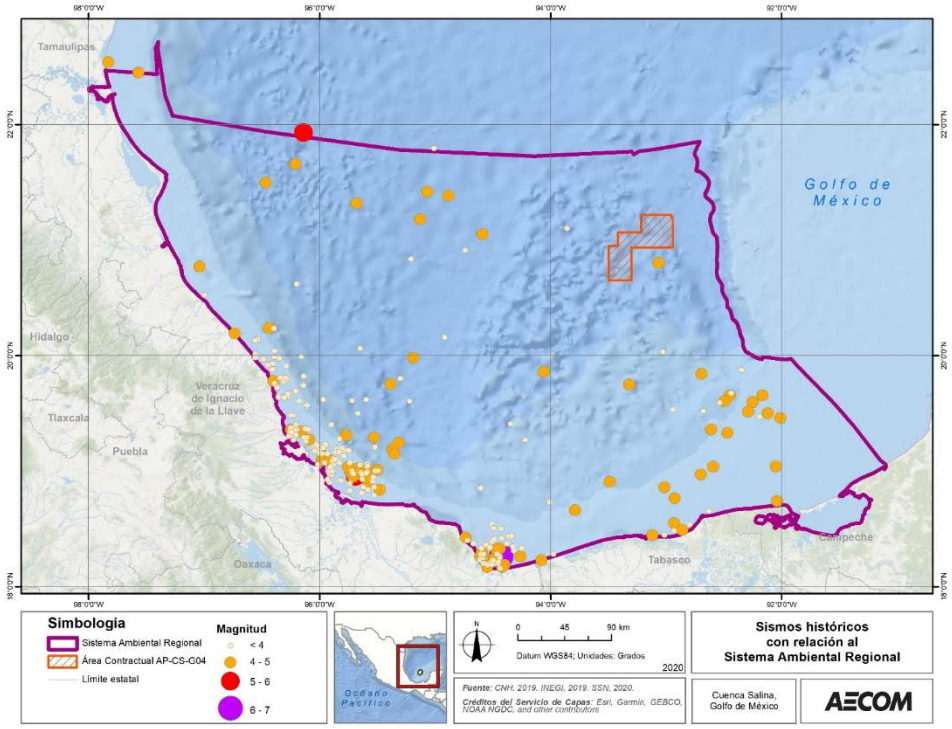
Fuente: AECOM con base en USGS 2000

Se han observado emanaciones naturales de hidrocarburos en los Montículos de Campeche, así como depósitos de asfalto y venteo de gas (metano), cerca del Área Contractual y en gran parte del Golfo de México (Franco *et al*. 2013). Así mismo, se han registrado evidencias de las emanaciones naturales de hidrocarburos en la superficie marina; estas emanaciones tienden a concentrarse cerca de la porción noroeste de los Montículos de Campeche (Sahling *et al*. 2016b, Williams *et al*. 2006).

4.2.1.4.3 Sismicidad y otros peligros geológicos

La secuencia de eventos geológicos que condujeron al desarrollo de la cuenca del Golfo de México, la han dejado en gran parte como un Margen Pasivo, exhibiendo una sismicidad escasa o nula (Franco *et al.* 2013, Frohlich 1982, Suárez y López 2015). Sin embargo, se han registrado múltiples terremotos históricos dentro de los límites del SAR y se registró un terremoto de baja magnitud al sureste del Área Contractual (**Figura 4-19**). La mayoría de estos terremotos son de baja magnitud (es decir, magnitud 4 [M4] o menos) con epicentros generalmente agrupados a lo largo de áreas cercanas a la costa y la plataforma continental. A mayor distancia, los eventos sísmicos en el Golfo de México tienden a ser de igual manera de baja magnitud, con eventos poco frecuentes de magnitud 5; incluido un evento reportado en la parte sur del SAR. La placa de Cocos es la placa activa más cercana, aproximadamente 100 km al suroeste del SAR, según una estimación a partir de Bird (2003). Por lo tanto, la limitada actividad sísmica intraplaca que se lleva a cabo, está relacionada aparentemente con fallas de cabalgadura superficiales, tectónica salina y carga sedimentaria (Franco *et al.* 2013, Frohlich 1982, Gangopadhyay y Sen 2008). El extremo sur del SAR ha experimentado terremotos de la corteza superficial relacionados con la subducción de la placa de Cocos. Estos sismos superficiales parecen estar restringidos al norte del Istmo de Tehuantepec, entre Veracruz y Ciudad del Carmen (Suárez 2000, Suárez y López 2015).

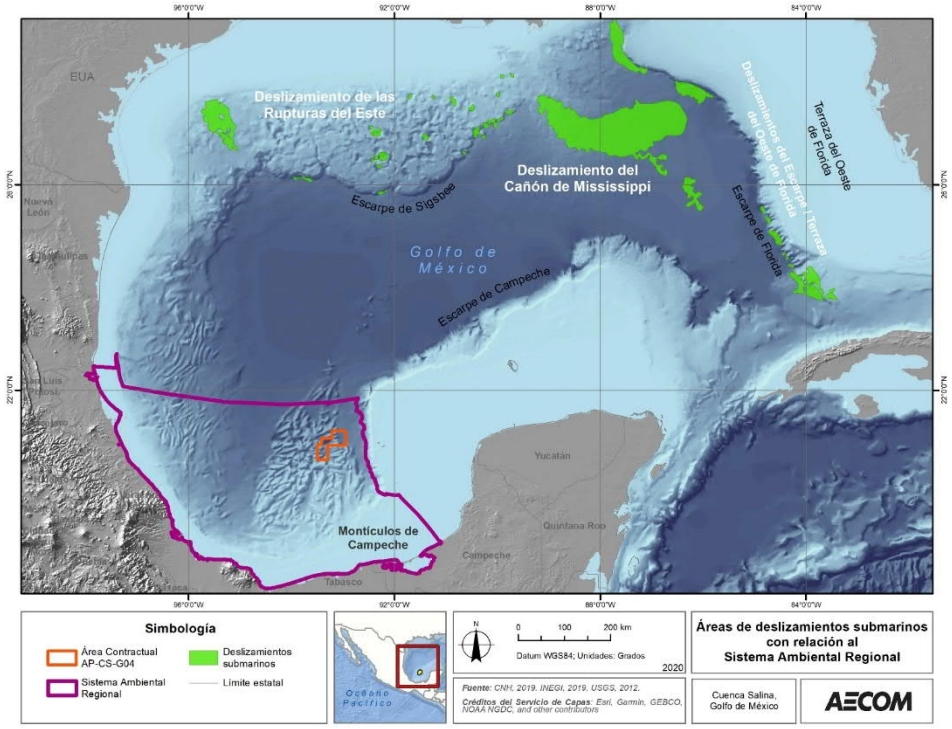
Figura 4-19. Sismicidad histórica en el SAR



Fuente: Programa de Peligro Sísmico USGS 2018

Si bien no se han registrado tsunamis originados dentro del SAR, se deben considerar los tsunamis originados en otras partes del Golfo de México. Los tsunamis en el Golfo de México tienen dos causas potenciales: 1) sismicidad; y 2) fallas de masa submarinas (SMF, por sus siglas en inglés) las cuales pueden ser o no sísmicamente inducidas (Pampell-Manis *et al.* 2016). Debido a las condiciones geológicas del Golfo de México, es poco probable que la actividad sísmica desencadene un tsunami directa o indirectamente (vía SMF). Los factores no sísmicos que contribuyen con SMF incluyen pendientes pronunciadas del lecho marino presentes en el Golfo de México (hasta 45°; Bryant *et al*. 1991), secuencias de sedimentos profundos (hasta 18 km; Hudec *et al*. 2013), desgasificación de estructuras hidratadas (sobrepresión de fluidos de poro), debilitamiento de capas en secuencias sedimentarias y tectónica salina (Ten Brink *et al*. 2014). Existe evidencia de deslizamientos submarinos del Holoceno al norte del Golfo de México, pero no dentro del SAR (**Figura 4-20**; Ten Brink *et al.* 2009). Sin embargo, no se han localizado depósitos originados por un tsunami adyacentes al Golfo de México. Lo anterior sugiere que tales eventos tienen una frecuencia muy baja de ocurrencia en la región tectónica pasiva. No se han tenido reportes de SMF con potencial origen por tsunami cerca del SAR.

Figura 4-20. Áreas de deslizamiento con relación al SAR



Fuente: Ten Brink 2009

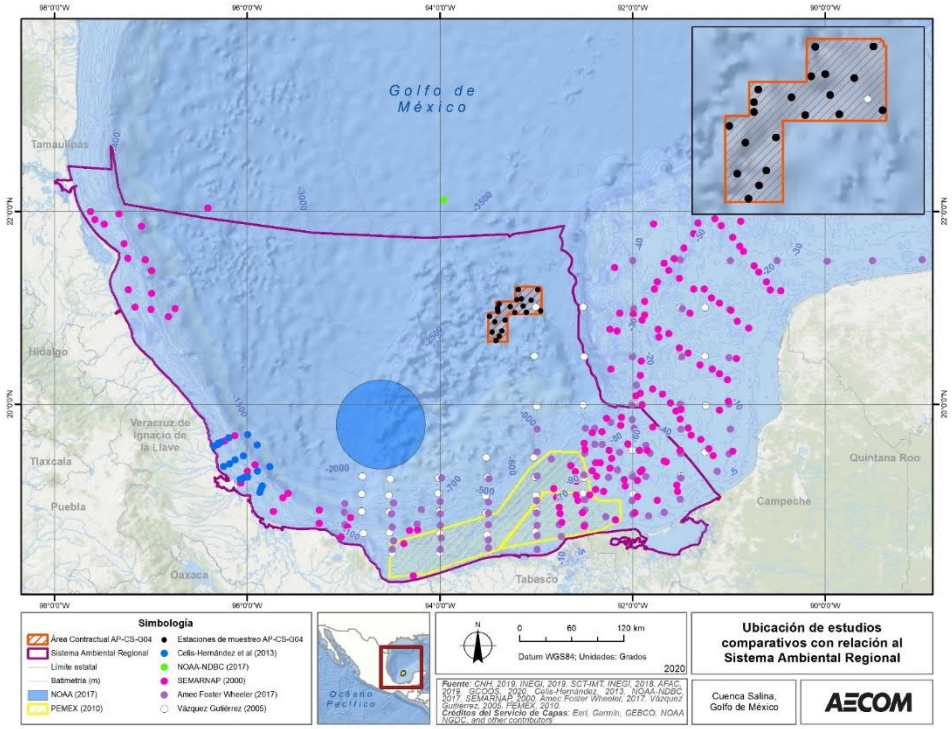
4.2.1.5 Suelo (sedimento marino)

4.2.1.5.1 Calidad del sedimento

La calidad de los sedimentos marinos (características químicas y físicas) está influenciada por la profundidad del agua, distancia a la costa, granulometría, composición química y movimiento de las corrientes (Spagnoli *et al*. 2008, Rosales-Hoz *et al*. 2015). El clima, topografía y la gravedad, combinados con la dinámica de las corrientes y mareas, influyen en el movimiento de los sedimentos marinos en el Golfo de México (Davis 2017).

Las características del sedimento en la zona norte del Golfo de México, perteneciente a Estados Unidos, se han estudiado con mayor detalle que en la zona sur dentro de aguas mexicanas, sin embargo, existen algunos datos para la región sur del Golfo de México, aunque provenientes de aguas someras, donde las concentraciones orgánicas y otras concentraciones constituyentes tienden a incrementarse debido a la influencia fluvial y costera (**Figura 4-21**). Se consideraron varios estudios correspondientes a la calidad de los sedimentos a nivel regional en el Golfo de México para caracterizar el SAR, los cuales se compararon con los resultados del Estudio de LBA.

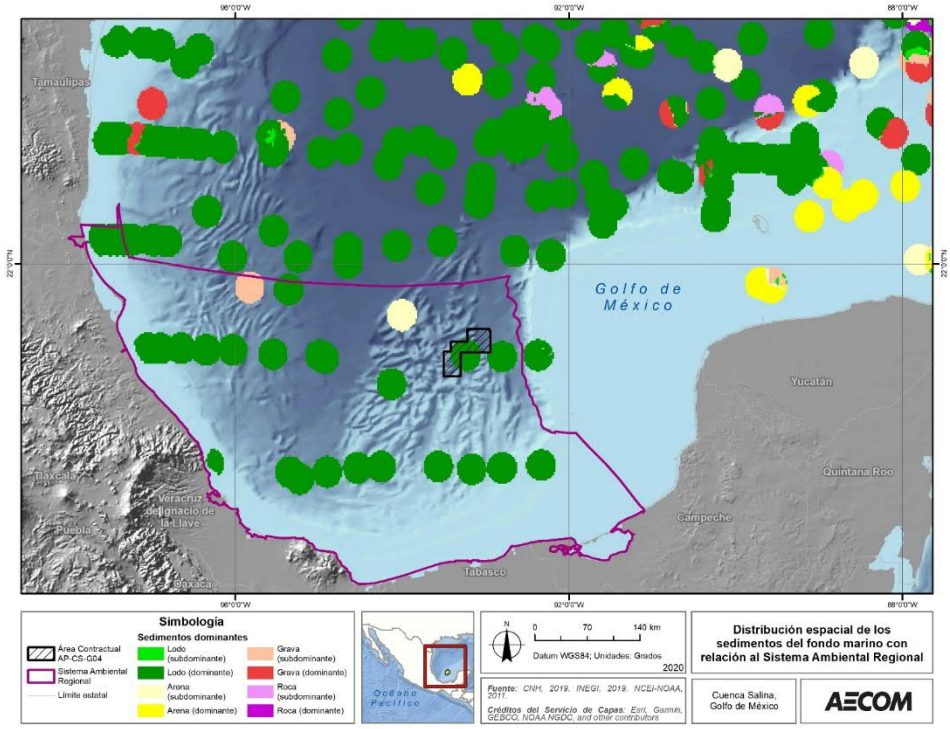
Figura 4-21. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos del Estudio de LBA y otros estudios de sedimentos comparables dentro del SAR



Fuente: Ver leyenda; recopilado por AECOM 2018a

Jenkins (2011) mapeó los sedimentos superficiales del Golfo de México y demostró que la textura predominante del sedimento fue lodo (limo y arcilla blandas; **Figura 4-22**). Balsam y Beeson (2003) y Davis (2017) encontraron adicionalmente que los sedimentos en aguas profundas del Golfo de México se componían de lodo con orígenes tanto terrestres como biogénicos. Rowe y Kennicutt (2009) reportaron que los sedimentos en las regiones de las aguas profundas del Golfo de México estaban conformados principalmente de limo y arcilla con fracciones variables de arena fina a muy fina. Patrones similares también se reportaron por Rosalez-Hoz *et al.* (2015) para los sedimentos marinos en las aguas profundas del SAR, en donde la fracción granulométrica más abundante fue el limo. Estos resultados fueron consistentes con los sedimentos observados en el Estudio de LBA y sugieren que las mediciones granulométricas de las muestras del Estudio de LBA son representativas de las condiciones típicas del SAR.

Figura 4-22. Distribución espacial de los sedimentos del lecho marino en el Golfo de México



Fuente: Jenkins 2011

4.2.1.5.1.1 Carbono Orgánico Total, Materia Orgánica Total y tamaño de partícula

Escobar-Briones y García-Villalobos (2009) y Rosales-Hoz *et al*. (2015) encontraron valores de Carbono Orgánico Total (COT) con un máximo de 1.8% en las aguas profundas del sur del Golfo de México, mientras que Romero *et al*. (2015) observó un máximo del 2% de COT, en un área con profundidades de agua variando de 1,000 m a 1,500 m, al norte del Golfo de México.

IMG/QV Gestión Ambiental (2016) reportó un valor máximo de COT del 5% y Materia Orgánica Total (MOT) del 3% para la plataforma continental mexicana, referida a las estaciones más alejadas de la línea costera que tuvieron porcentajes mayores de arcilla y limo. Brooks *et al*. (2015), encontraron que las estaciones ubicadas de 100 m a 1,500 m de profundidad al norte del Golfo de México estuvieron caracterizadas por sedimentos de limos y arcillas con valores de MOT oscilando entre 2.9% y 8.1%. IMG/QV Gestión Ambiental (2016) reportó un valor máximo de COT del 5% y MOT del 3% para la plataforma continental mexicana, referida a las estaciones más alejadas de la línea costera que tuvieron porcentajes mayores de arcilla y limo. Brooks *et al*. (2015), encontraron que las estaciones de 100 m a 1,500 m de profundidad al norte del Golfo de México estuvieron caracterizadas por sedimentos de limos y arcillas con valores de MOT oscilando entre 2.9% y 8.1%. [redacted]

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.1.5.1.2 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Hidrocarburos Totales de Petróleo y biomarcadores de petróleo

El petróleo es una substancia compleja formada por múltiples compuestos, principalmente hidrocarburos (Gold-Bouchot 2004). Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), así como el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) y biomarcadores son los constituyentes indicativos del petróleo, los cuales pueden estar presentes en las filtraciones naturales de hidrocarburos o como resultado de la exploración y producción petrolera en ambientes del lecho marino, incluyendo eventos no planeados tales como

rupturas de tuberías, fugas y derrames. Los hidrocarburos también pueden introducirse en el ambiente marino por escorrentía terrestre, emisiones atmosféricas y actividades de pesca comercial (García-Cuéllar *et al*. 2004).

4.2.1.5.1.2.1 HAP

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Tabla 4-10. Comparación de las concentraciones de HAP en las muestras de sedimento a través del Golfo de México

Referencia	Ubicación del Estudio			HAP (µg/g)
	Ubicación(es) del Estudio		Profundidad de Agua	
Estudio de LBA	Sur	Cuenca Salina §	Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.	
AECOM (2018)	Sur	Cuenca Salina §	2,000 - 3,000 m	HAP total - <LD (0.042) a 0.24
Amec Foster Wheeler (2017)	Norte	Cinturón Plegado Perdido	Prof. Max. – 2,329 m	HAP total - <LD a 1.24
	Sur	Zonas de Exploración Petrolera (Campeche) – Área de Filtraciones §	Prof. Max. – 900 m	HAP total - 0.074 a 0.924
Ruiz y Gispert (2016)	Sur	Plataforma continental	Prof. Max. – 30 m	Benzo(a)pireno; Dibenz[a,h]antraceno; Benz[a]antraceno; Benzo[b]fluoranteno; Indeno (1,2,3-cd) pireno - <0.1026 (en todos los resultados)
Botello *et al.* (2014)	Sur	Zonas de Exploración Petrolera §	Prof. Max. - 100m	HAP total - <LD a 6.2 promedio - 1.03
Romero *et al.* (2015)	Norte	EE. UU.	1,000 – 1,500m	HAP total - 0.070 a 0.524
Rowe y Kennicutt (2009)	Norte	EE. UU.	100 – 2,500m	HAP total - <LD a 1.033 promedio – 0.14

§ indica dentro del SAR

Fuente: AECOM 2019

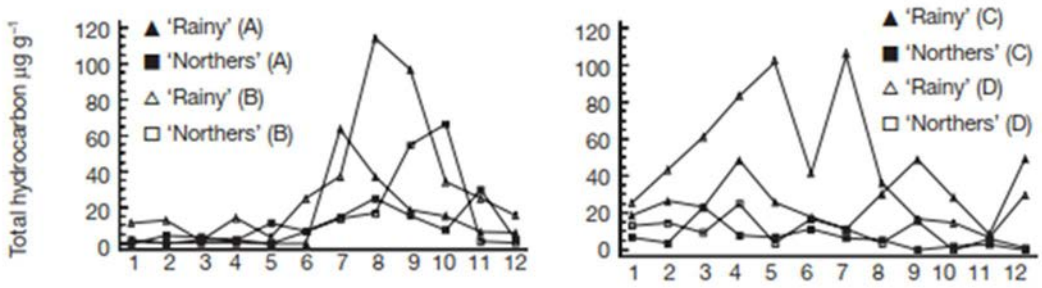
4.2.1.5.1.2.2 HTP

Los análisis de los HTP corresponden a la suma de las fracciones de los hidrocarburos alifáticos resueltos y no resueltos. Los análisis de HTP incluyen la distinción entre las fracciones ligeras, medias y pesadas. Estas categorías se basan en la suma total de los siguientes rangos de carbono (C): Fracción Ligera = C5 – C10; Fracción Media = C10 – C28 y Fracción Pesada = C28 – C40. Las concentraciones de HTP dentro del SAR reportados en estudios previos (**Figura 4-23**, **Figura 4-24** y **Figura 4-25**), fueron consistentes con las regiones que experimentaron exploración de hidrocarburos (Botello *et al*. 2014, Hernandez-Arana *et al*. 2005, Caso *et al*. 2004). Sahling *et al*. (2016a) proporcionaron puntos de probables orígenes de manchas de petróleo (de las filtraciones)

en la parte central del SAR, estas manchas podrían ser una consecuencia de las filtraciones identificadas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, **Figura 4-64** y **Figura 4-65**). Estas filtraciones naturales posiblemente influyan en las variaciones locales de las concentraciones de HTP y de los Hidrocarburos Saturados (HS) en todo el SAR (Amec Foster Wheeler 2017).

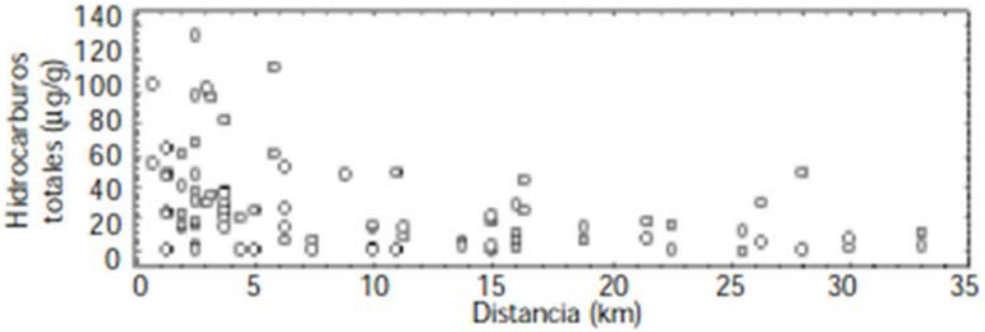
Figura 4-23. Concentraciones de HTP (µg/g) asociadas con actividades petroleras en la región sur del Golfo de México

Transectos que cruzan la plataforma – A y B – y transectos a lo largo de la plataforma – C y D.



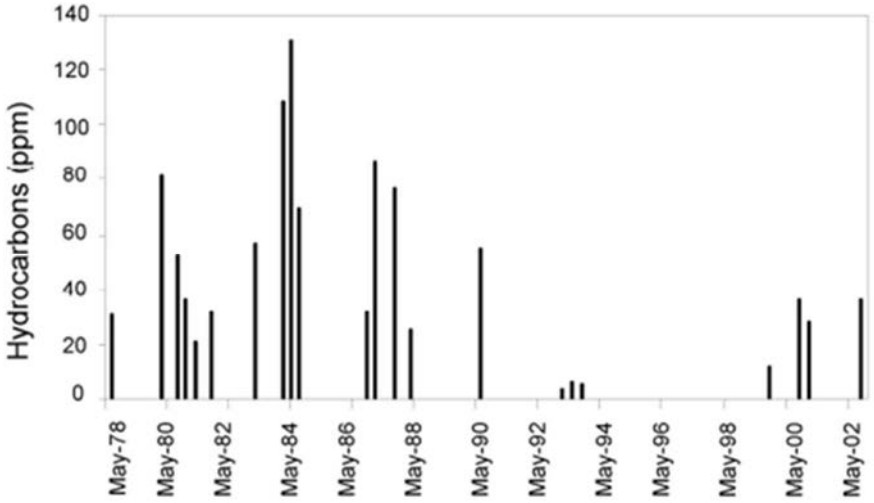
Fuente: Hernandez-Arana et al. 2005

Figura 4-24. Relación entre concentración de HTP (µg/g) y distancia desde las plataformas petroleras en la Sonda de Campeche – sur del Golfo de México



Fuente: Caso et al. 2004

Figura 4-25. Concentraciones medias de los hidrocarburos totales (ppm = µg/g) en sedimentos, a partir de las campañas oceanográficas de 1978 a 2002, en el sur del Golfo de México



Fuente: Gold-Bouchot 2004

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

En particular, una estación ubicada al sur del Área Contractual presentó altas concentraciones de HTP (C9-C44) e Hidrocarburos Saturados en comparación con el resto de las estaciones. Con base en la revisión de las manchas de petróleo en la superficie del mar (Ward, 2017), se observaron emanaciones de petróleo cerca de dicha estación. La presencia de las manchas de petróleo puede estar ligada a emanaciones del lecho marino que liberan hidrocarburos de manera lenta y periódica y que pudieran influir en las concentraciones de los sedimentos cercanos. Es probable que estas emanaciones sean la fuente de HTP (C9-C44) e Hidrocarburos Saturados en la región del Área Contractual y que sean pequeñas, ya que no se observaron manchas de hidrocarburos en la superficie del mar durante la ejecución del Estudio de LBA.

La región de la Cuenca Salina presenta actualmente actividades de perforación activas. Así mismo, las emanaciones de hidrocarburos están bien documentadas en la región y es probable que este material también influya en las concentraciones de HTP en el SAR.

4.2.1.5.1.2.3 Análisis de biomarcadores

El biomarcador 17a(H),21B(H)-hopano (también denominado “alpha-beta C30 hopano” u “hopano(T19)” como se reporta en el presente documento) es uno de los biomarcadores más abundantes de los compuestos de hidrocarburos presentes en el petróleo crudo y es relativamente resistente a la biodegradación e intemperismo. Las relaciones de alto hopano/HTP pueden ser un indicador de la presencia cualitativa de petróleo crudo. Además, si se conoce la proporción del hidrocarburo de origen, se puede estimar el grado de intemperismo; mayores proporciones indican mayor intemperismo del petróleo crudo, sintetizado como HTP. Debido a la escasez de datos que indiquen la presencia de hidrocarburos provenientes de filtraciones naturales en los sedimentos del SAR, la concentración relativa de hopano a HTP del Estudio de LBA se comparó con el Material de Referencia Estándar 2779 Petróleo Crudo del Golfo de México (SRM, por sus siglas en inglés), del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés). El documento SRM 2779 fue desarrollado por el NIST en respuesta al derrame de petróleo de la plataforma Deepwater Horizon, el cual presenta cantidades certificadas de HAP,

hopanos y estéranos que deben utilizarse como indicadores de la presencia de petróleo crudo. La relación de la

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

La relación hopano/HTP, expresada en ppm, fluctuó de 464 a 5,067. La relación promedio de hopano/HTP es 1,801, varios órdenes de magnitud mayor que la referencia del NIST SRM 2779 para el petróleo crudo (42.1 ppm), lo que indica la presencia cualitativa de petróleo crudo muy intemperizado (Wang 2006). Debido a las bajas concentraciones de HTP en las muestras y la presencia potencial de petróleo crudo intemperizado, tal como lo indican las relaciones hopano/HTP, es probable que los HTP detectados en el SAR provengan de una emanación pequeña de la región. Dada la distribución de filtraciones dentro del SAR y el Golfo de México en general (ver **Sección 4.2.2.3**), estos valores pueden considerarse representativos del SAR, con una influencia variable pero generalizada del petróleo intemperizado de las filtraciones.

4.2.1.5.1.3 Metales

Las concentraciones de metales en los sedimentos marinos están directamente influenciadas por fuentes alóctonas y autóctonas, también pueden verse afectadas por factores naturales y antropogénicos. Los constituyentes metálicos en los sedimentos marinos pueden representar una preocupación porque las altas concentraciones pueden presentar un riesgo potencial para los organismos a través de la toxicidad o la bioacumulación (Long y Morgan 1990, Martinec *et al.* 2014). En el Golfo de México, incluyendo el SAR, algunos metales como el hierro, aluminio y manganeso están presentes naturalmente en altas concentraciones dentro de los sedimentos marinos (Ward *et al.* 2017). Metales como el arsénico, plomo, mercurio y cobre pueden presentarse en forma natural y en altas concentraciones en los sedimentos marinos, pero a menudo estos metales tienen orígenes antropogénicos en el Golfo de México (Ward *et al.* 2017). Los fluidos de perforación que se usan comúnmente durante las operaciones de la industria de hidrocarburos tienen constituyentes metálicos, particularmente bario (Caenn *et al.* 2011, Neff *et al.* 2000, Neff 2005). Además del bario, también se han observado concentraciones más altas de arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio y zinc en los sedimentos más cercanos a las plataformas de perforación, en comparación con los sedimentos más lejanos a las plataformas (Ward *et al.* 2017). El cromo en los sedimentos marinos se debe principalmente a los procesos de intemperización natural de los minerales y a los aportes fluviales y atmosféricos y, en algunos casos, se asocia con fuentes antropogénicas (Rowe y Kennicutt 2009).

La **Tabla 4-11** muestra las concentraciones de metales detectados en los sedimentos de varios estudios dentro del SAR y en el Golfo de México, también se incluyen los valores base y de referencia disponibles. Los resultados dentro del Golfo de México y el SAR muestran una variabilidad geográfica significativa, lo que indica que los intervalos reducidos de valores generalmente no representan al SAR en su totalidad.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Los resultados del Estudio de LBA fueron generalmente comparables con otros estudios dentro del Golfo de México y se consideran representativos de línea base.

Tabla 4-11. Concentración de metales (µg/g) en las muestras de sedimento del Golfo de México

Estudio de Referencia	Presente Estudio		I IMG / QV Gestión Ambiental 2016	Amec Foster Wheeler Reporte 2017					
Ubicación del Estudio	Sur		Norte	Norte		Sur		Norte	Sur
	Área Contractual		MEX y frontera USA-MEX	Cinturón Plegado Perdido		Cuenca Salina		Cinturón Plegado Perdido	Cuenca Salina
Profundidad del Agua	1,700 m - 2,900 m		Máxima profundidad ~ 200 m	Máxima profundidad - 140 m				Área profunda	
Metal	Min-Max	Fondo*	Min-Max	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Min-Max
Al	Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.		-	42,253.16 – 129,885.19	75,497.99	61,207.0 – 98,249.0	67,229.0	-	-
As			-	2.91 - 16.72	7.20	8.49 - 17.91	9.08	85.53 - 944	2.01 - 487
Ba			-	190.59 - 898.92	548.91	163.0 - 487.0	363.0	-	-
Cd			-	0.15 - 0.40	0.26	0.25 - 0.40	0.29	0.01 - 0.47	0.035 - 2.35
Co			-	-	-	-	-	13.05 - 29.41	0.09 - 81
Cu			-	3.25 - 37.15	15.84	13.31 - 36.02	24.90	3.06 - 37.15	6.63 - 36.02
Cr			25.47 - 87.98	33.35 - 98.06	62.82	57.50 - 80.57	68.14	14.88 - 98.06	7.96 - 94.43
Fe			1172 - 16717.9	15,462.86 – 40,374.14	26,114.66	25,727.0 – 28,445.0	27,429.0	-	-
Hg			-	-	-	-	-	-	-
Mn			83.5 - 448.56	-	-	-	-	-	-
Ni			20 - 48.35	15.54 - 50.36	39.23	36.79 - 72.52	57.10	26.23 - 162.38	0.218 - 79
Pb			-	23.15 - 61.32	39.62	45.10 - 49.45	46.60	24.5 - 139.6	0.12 - 124.8
Se			0.150 - 0.303	-	-	-	-	-	-
Sn			1.36 - 20.4	-	-	-	-	-	4.67 - 325
V			-	26.23 - 126.72	56.74	61.0 - 78.26	66.09	-	-
Zn			20 - 63.46	39.59 - 105.70	75.64	64.76 - 124.84	72.38	-	-

Min=mínimo; Max=máximo; Promedio=promedio de las concentraciones detectadas; NC=no calculado
** Estos valores de referencia para el Área Contractual se establecieron al calcular el valor medio y las tres desviaciones estándar asociadas para determinar un intervalo de posibles concentraciones de fondo y esto representó el 99.7% de la distribución de la muestra (Loring 1991). Los valores fuera de tres desviaciones estándar se consideraron valores atípicos y no son concentraciones probables en la distribución del fondo. El valor promedio del fondo no se calculó cuando la mayoría o todos los resultados permanecieron por debajo del LD.*

Continuación…

Estudio de Referencia	Ruiz y Gispert 2016		Celis-Hernandez *et al*. 2013	PEMEX 2010	Holmes 1973			
Ubicación del Estudio	Sur		Oeste	Norte	Plataforma continental y pendiente (USA y MEX)			
	Placa continental		Continental Pendiente	Placa continental	Norte-Oeste Placa	Norte-Este Placa	Sur de Florida Placa	Muestras Totales
Profundidad	30m		30 – 1,608 m	Profundidad Máxima - 100 m	N/A			
Metal	Min-Max	Promedio	Min-Max	Min-Max	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Al	-	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	5.4 – 16.0	-	-	-	-	-
Ba	<199.10	-	-	2.007 - 369.0	509	140	66	341
Cd	<9.95	-	0.02 – 0.1	0.035 - 2.35	-	-	-	-
Co	2.19 - 10.0	5.011	-	-	8	5	3	6
Cu	<24.89	-	8.0 – 28.0	0 - 32.0	11	7	-	9
Cr	<19.91	-	17.0 – 66.0	7.96 - 118.0	64	48	32	52
Fe	36.76 - 208.8	95.704	-	-	18,910	25,290	8,920	18,450
Hg	<0.02 - 0.98	0.283	-	-	-	-	-	-
Mn	77.19 - 245.92	171.3661	-	4.671 - 325.0	442	740	257	519
Ni	<24.89	-	7.0 – 38.0	0.470 - 124	23	21	10	21
Pb	<99.56	-	5.0 – 22.0	0.009 - 81.0	25	21	-	21
Se	0.03 - 0.27	0.141	-	-	-	-	-	-
Sn	18.59 - 56.31	33.112	-	-				ND - 500
V	<497.75	-	-	0.218 - 79.0	91	54	25	77
Zn	<24.89	-	56.0 - 124	0.1238 - 111.0	-	-	-	ND – 1,500

Min=mínimo; Max=máximo; Promedio=promedio de las concentraciones detectadas; NC=no calculado

Continuación…

Estudio de Referencia	Rosales-Hoz *et al.* 2015											
Ubicación del Estudio	Sur (Durante el invierno)						Sur (Durante el verano)					
	Área Oscura		Área Intermedia		Área Profunda		Área Oscura		Área Intermedia		Área Profunda	
Profundidad	16 m - ≥300 m											
Metal	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	402.95 - 568.80	468.38	328.20 - 534.45	406.42	298.70 - 326.93	313.98	385.0 - 601.0	480.0	318.0 - 516.0	374.9	289.8 - 354.0	321.0
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	12.62 - 30.32	20.51	8.88 - 30.35	18.57	10.0 - 14.05	11.46	12..0 - 34.6	18.9	8.9 - 44.8	19.2	9.9 - 12.5	11.1
Cu	16.62 - 123.74	38.73	18.88 - 56.60	31.61	21.94 - 107.15	72.62	13.6 - 69.9	28.74	21.7 - 83.1	41.0	24.4 - 72.5	40.5
Cr	40.43 - 140.66	68.55	47.31 - 88.48	72.68	49.86 - 58.28	52.79	33.5 - 126.0	78.44	44.0 - 84.9	56.9	50.9 - 62.2	54.1
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	13.62 - 33.53	19.62	22.44 - 30.20	25.17	32.63 - 36.34	35.01	12.2 - 41.5	24.8	21.4 - 35.4	27.13	26.9 - 46.2	35.9
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	7.85 - 16.89	10.54	11.18 - 18.69	14.48	24.57 - 25.85	25.23	8.1 - 17.8	11.9	10.7 - 20.8	17.4	43.1 - 63.5	26.1
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	50.84 - 114.46	75.73	85.09 - 112.85	94.6	110.71 - 119.29	116.37	46.0 - 144.0	91.9	80.8 - 116.5	95.51	102.7 - 124.1	113.7
Zn	39.09 - 97.56	60.02	64.84 - 82.98	75.38	104.09 - 136.70	124.26	35.9 - 108.7	66.81	62.9 - 121.9	89.7	89.6 - 129.4	105.8

- *Valores de referencia de CCME.*
- *El TEL para el bario es de Buchman 2008 (tarjeta NOAA SQuiRT)*

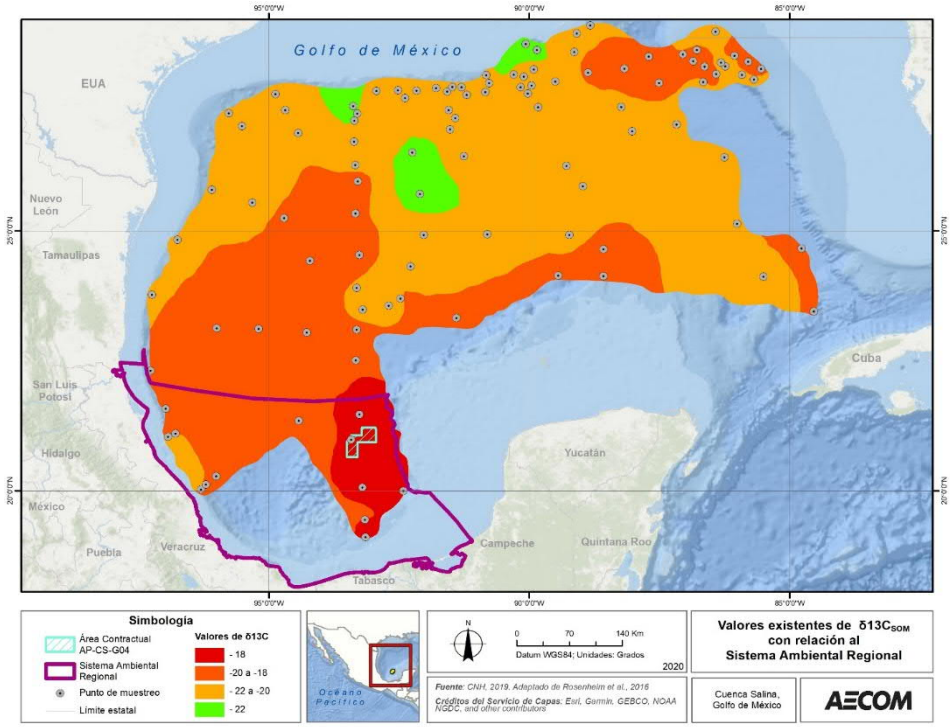
4.2.1.5.1.4 Composición isotópica de carbono y nitrógeno; nitrógeno y fosfatos en sedimentos

Las relaciones isotópicas son frecuentemente utilizadas para estudiar el origen de la materia orgánica en los sedimentos marinos (Libes 2009, Rosenheim *et al*. 2016). Libes (2009) citó rangos para la composición isotópica del carbono y nitrógeno de los sedimentos marinos que varían desde -20‰ a -23‰ para $\delta^{13}C$, mientras que los sedimentos derivados de la tierra tienen una composición isotópica de carbono más ligera de -25 ‰ $\delta^{13}C$ a -28‰ $\delta^{13}C$. Para el valor de $\delta^{15}N$ en los sedimentos marinos, hay un rango de aproximadamente +9‰, incluyendo el nitrato como una fuente de nitrógeno a +2‰ para fuentes terrestres que incluyen bacterias fijadoras de nitrógeno (Libes 2009). Rosenheim *et al*. (2016) sugiere que un entendimiento de las relaciones isotópicas de carbono y nitrógeno es importante para comparar los valores de línea base con las relaciones después de derrames de petróleo. Rosenheim *et al*. (2016) reportó que la media de los valores de $\delta^{13}C$ para todo el Golfo de México fue de -21.4 ±1.9‰ en sedimentos someros, -20.47 ±1.6‰ para sedimentos profundos y -25.2±4.1‰ para sedimentos afectados por emanaciones (**Figura 4-26**).

Romero *et al*. (2015) reportaron valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ para estaciones en el noreste de las aguas profundas del Golfo de México. Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 4-26. Valores existentes de $\delta^{13}C$ en el SAR (antes del 2010), excluyendo emanaciones y planicies



Los triángulos representan puntos de muestreo. Los valores de δ13C se presentan con valores negativos en las líneas de contorno

Fuente: Adaptado de Rosenheim et al. 2016

4.2.1.6 Hidrología superficial y subterránea

4.2.1.6.1 Patrones de circulación (corrientes marinas)

En la zona suroeste del Golfo de México, la circulación oceánica de la capa superior (de 0 m a 1,000 m) está dominada principalmente por la Corriente de Lazo y por remolinos anticiclónicos que se separan de ella (DeHaan y Sturges 2005).

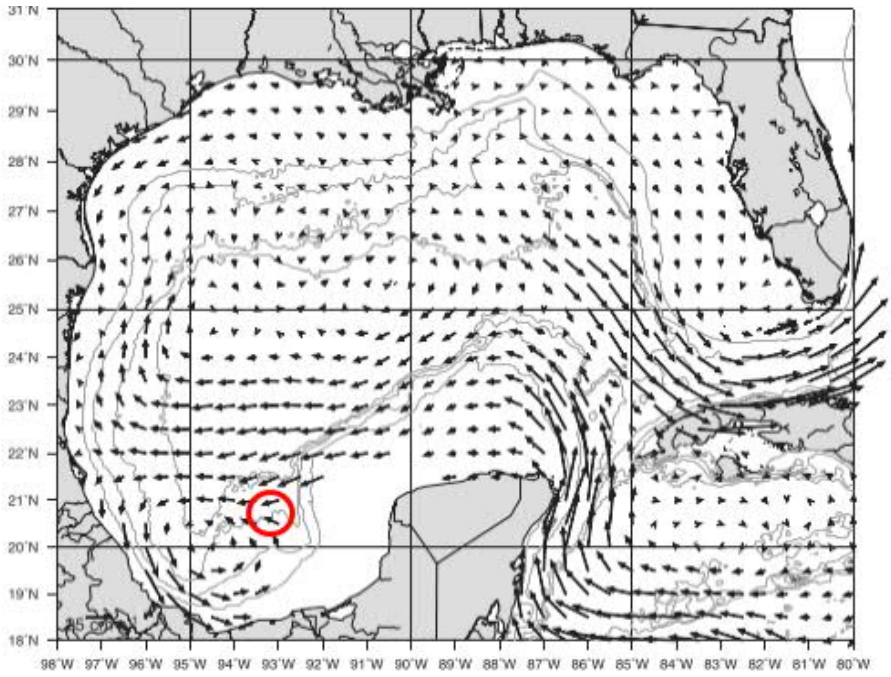
La Corriente de Lazo se forma a medida que el agua fluye desde el mar Caribe a través del canal de Yucatán hasta el Golfo de México y sale para formar la Corriente de Florida y la Corriente del Golfo que se desplaza hacia el Atlántico. Después de que la Corriente de Lazo ingresa al Golfo de México, se extiende hacia el noroeste, ocasionalmente generando remolinos anticiclónicos con diámetros que oscilan entre 140 km y 500 km, con una extensión vertical de hasta 1,000 m de profundidad. Estos se originan en el centro-norte del Golfo, luego viajan hacia el sureste a velocidades de 2 a 3 km/día (giro ciclónico de la Bahía de Campeche). Estos remolinos tienen una vida útil de hasta un año hasta que colisionan con la plataforma occidental del Golfo de México (Romanou y Chassignet 2004). Sin embargo, estas corrientes se pueden ver modificadas por otros factores relacionados al clima (Vázquez De La Cerda *et al.* 2005, Dubranna *et al.* 2011, Kolodziejczyk *et al.* 2011, Passalacqua *et al.* 2016).

Uno de los pocos patrones estacionales identificables de la Corriente de Lazo que persisten interanualmente, es su intensificación, en donde las mayores intensidades se han observado entre noviembre y febrero (Schmitz *et al.* 2005). Dicha intensificación, a pesar de ser variable en una escala de tiempo decadal, tiene significancia estadística en los patrones de circulación en el Golfo de México (DiMarco *et al.* 2005).

El giro ciclónico de la Bahía de Campeche está asociado con el cambio de dirección de vientos provenientes del este, hacia el sur (con dirección hacia el Istmo de Tehuantepec), ocasionado por la orografía de la Sierra Madre Oriental (Vázquez De La Cerda *et al.* 2005), así como con las interacciones de los giros anticiclónicos con la plataforma continental al oeste del Golfo de México (Hamilton *et al.* 1992, Díaz-Flores *et al.* 2017). En conjunto, en la Bahía de Campeche existe una interacción compleja entre los fenómenos antes descritos, incluyendo la fuerza superficial del viento provocada por eventos atmosféricos extremos como los Nortes, los cuales modifican las corrientes superficiales. A pesar de tener conocimiento de los fenómenos predominantes que influyen en el área, la frecuencia de los giros y los patrones de circulación en la Cuenca Salina y los alrededores del Área Contractual son difíciles de determinar, debido en gran parte a las fluctuaciones horizontales y verticales ocasionadas por gradientes batimétricos (Kolodziejczyk *et al.* 2011), así como por la variabilidad de la trayectoria de la Corriente de Lazo en esta área (Wiseman y Sturges 1999). Los patrones generales de la circulación en el Golfo de México se muestran en la **Figura 4-27** y **Figura 4-28**, en donde se aprecia que las corrientes superficiales dentro del Área Contractual presentan una velocidad baja en dirección este-oeste.

Di Marco *et al.* (2005) utilizaron 1,397 flotadores de deriva entre los años de 1989 y 1999 para caracterizar los giros ciclónicos al sur de los 21°N en la Bahía de Campeche. A partir de los datos registrados (durante 10 años, **Figura 4-27**), encontraron que las corrientes circundantes al Área Contractual son en promedio menores a 25 cm/s, aumentando en invierno a 50 cm/s, y que el giro ciclónico de la Bahía de Campeche es más intenso de diciembre a febrero (**Figura 4-28**). Con respecto a la circulación profunda, la velocidad promedio cerca y dentro del Área Contractual es menor a 10 cm/s (Vázquez De La Cerda *et al.* 2005; **Figura 4-29**).

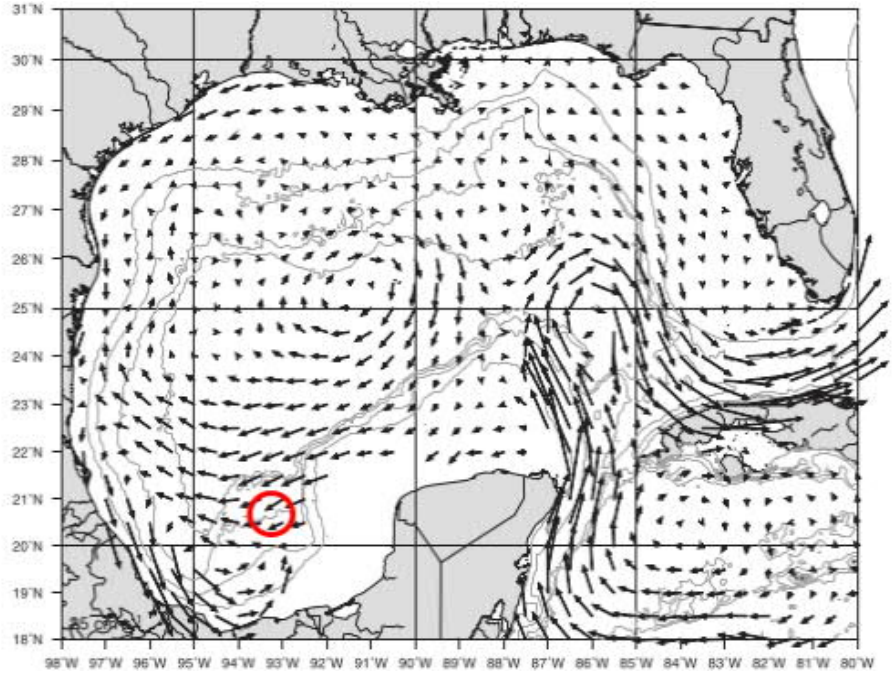
Figura 4-27. Promedio anual de la velocidad de la circulación superficial para el periodo 1989–1999 en el Golfo de México



Nota: La velocidad de corriente es proporcional al tamaño de las flechas. El círculo rojo indica la ubicación aproximada del Área Contractual.

Fuente: Adaptada de DiMarco et al. 2005

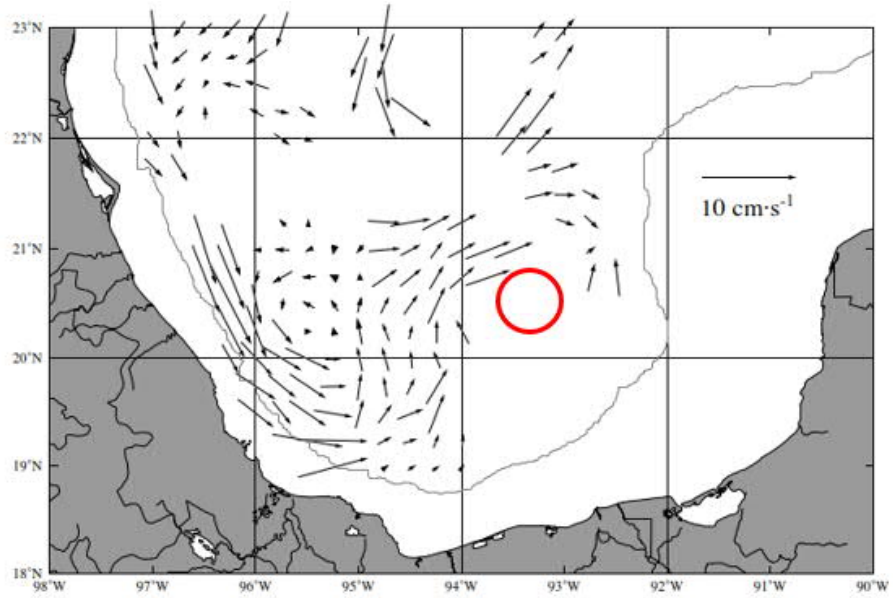
Figura 4-28. Promedio de la velocidad de la circulación superficial de diciembre a febrero para el periodo 1989–1999 en el Golfo de México



Nota: La velocidad de corriente es proporcional al tamaño de las flechas. El círculo rojo indica la ubicación aproximada del Área Contractual.

Fuente: Adaptada de DiMarco et al. 2005

Figura 4-29. Velocidad promedio de la circulación profunda para el periodo 1989-1999 en el Golfo de México



Nota: La velocidad de corriente es proporcional al tamaño de las flechas. El círculo rojo indica la ubicación aproximada del Área Contractual.
Fuente: Adaptada de Vázquez de la Cerda 2005

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

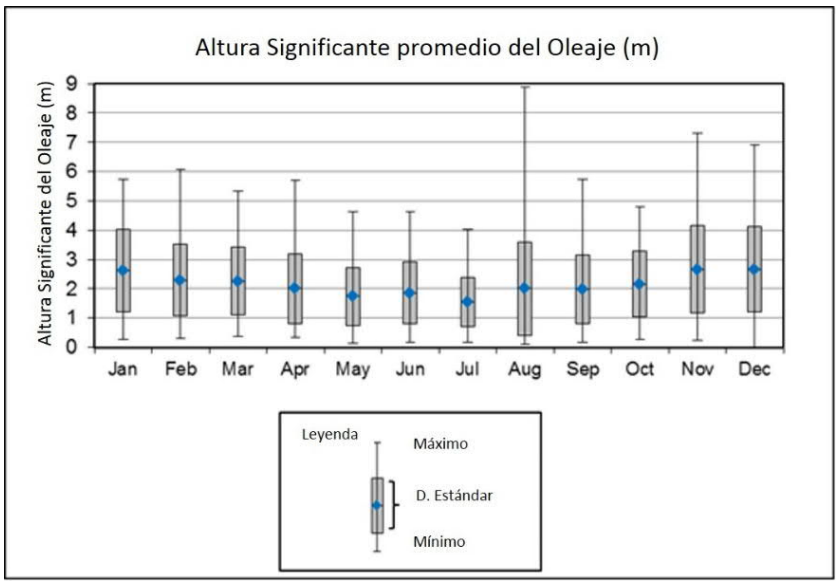
y son similares a los valores publicados por Vázquez de la Cerda (2005) y DiMarco *et al.* (2005).

4.2.1.6.2 Oleaje

El oleaje es generado por ondas mecánicas que producen elevaciones de la superficie del mar generalmente con periodos de entre 1 y 30 segundos y con longitudes de onda menores a 1.5 km. El oleaje es generado por la interacción entre el viento y la superficie del agua y su fuerza restauradora es la gravedad. El tamaño de las olas depende de la velocidad del viento, su duración y la longitud de la superficie de contacto entre el viento y el agua conocida comúnmente como *fetch*. Hwang *et al*. (1998) estudió el oleaje en el Golfo de México.

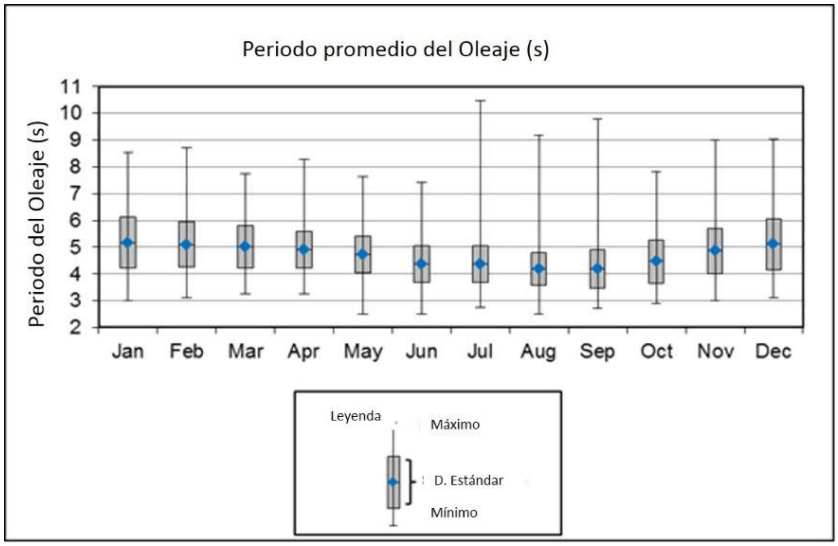
La altura de ola significativa se utiliza en entornos en alta mar para describir la distancia vertical promedio, de cresta a valle, del 33% más alto de las olas que ocurren en un intervalo de tiempo dado y se correlaciona con la energía total transmitida. Se obtuvieron alturas de olas significativas promedio de la boya oceanográfica NOAA-NDBC 42055, ubicada aproximadamente a 130 km al noroeste del Área Contractual. Se registraron alturas de ola significativas y periodos de ola promedio por hora cuando estaban disponibles. Los valores promedio de la altura significativa se mantuvieron entre 1.7 m y 2.6 m, con un promedio anual de 2.3 m. Para el periodo del oleaje, los valores promedio se mantuvieron entre 4.1 segundos (s) y 5.1 s, con un promedio anual de 4.5 s (**Figura 4-30** y **Figura 4-31**). Los meses en verano mostraron los promedios más bajos comparados con la temporada de invierno; sin embargo, se identificaron máximos en agosto. Los eventos meteorológicos extremos pueden afectar las alturas máximas de las olas y pueden ocurrir durante los meses de verano debido a los huracanes. Por ejemplo, la altura máxima del oleaje para la estación de boyas 42055 se registró el 22 de agosto de 2007 (NOAA-NDBC 2018) y fue impulsada por vientos extremos del huracán Dean. Las alturas del oleaje, aproximadamente de 7 m, observadas en los meses de noviembre y diciembre pueden deberse posiblemente a eventos de Norte.

Figura 4-30. Altura mensual promedio (Estación NOAA-NDBC 42055) en la Bahía de Campeche de 2005 a 2017



Fuente: NOAA-NDBC 2018

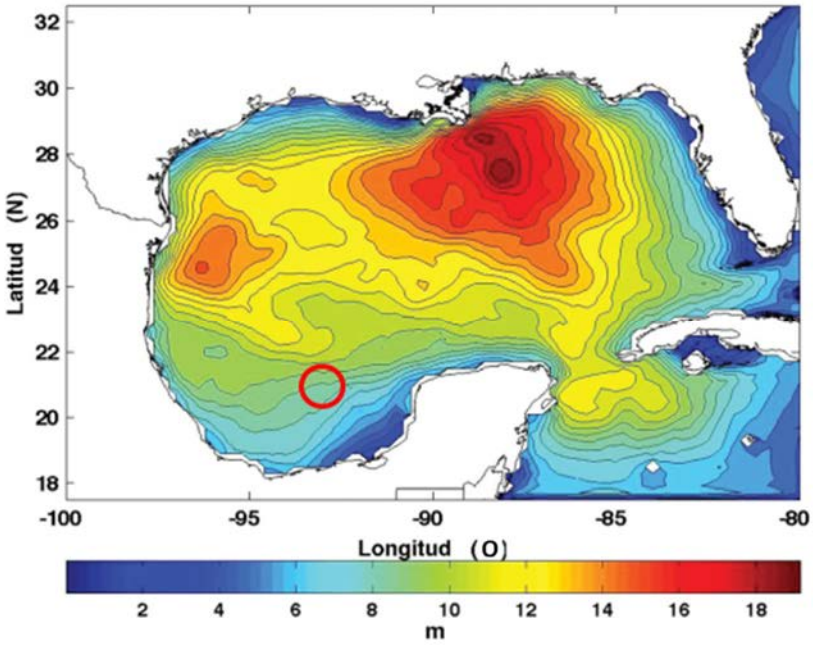
Figura 4-31. Periodo Mensual Promedio (Estación NOAA-NDBC 42055) en la Bahía de Campeche de 2005 a 2017



Fuente: NOAA-NDBC 2018

Pangchang *et al*. (2013) estimaron la altura de las olas para un periodo de retorno de 100 años en el Golfo de México utilizando 51 años de datos de olas y una combinación de modelos de viento y oleaje. Las alturas de las olas para un periodo de retorno de 100 años observado en el SAR son aproximadamente de 5 m a 9 m (**Figura 4-32**). Las alturas extremas de olas observadas en los meses de noviembre y diciembre posiblemente se deban a eventos de Norte.

Figura 4-32. Altura asociada a un periodo de retorno de 100 años para los estimados de altura del oleaje en el Golfo de México (51 años de reanálisis)



El círculo rojo representa el Área Contractual

Fuente: Adaptado de Pangchang et al. 2013

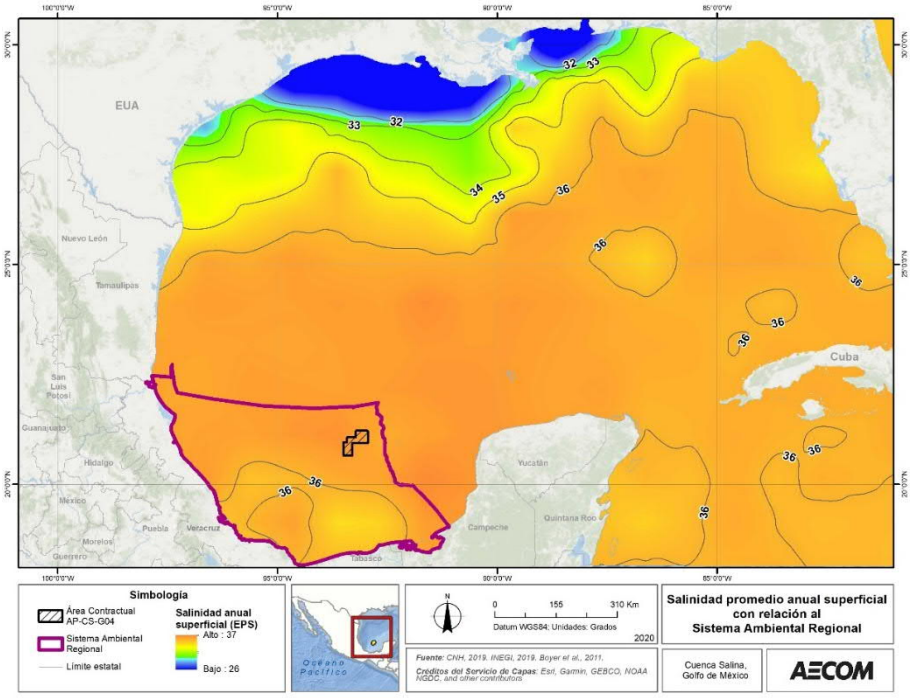
4.2.1.6.3 Calidad del agua marina

La calidad del agua marina influye en los procesos bióticos y abióticos en el SAR. Los parámetros de calidad del agua para el SAR se discuten en esta sección. Los resultados incluyen ambientes oceánicos y costeros, pero enfatizan los ambientes oceánicos de acuerdo con el carácter predominante del SAR.

4.2.1.6.3.1 Estructura física – Salinidad

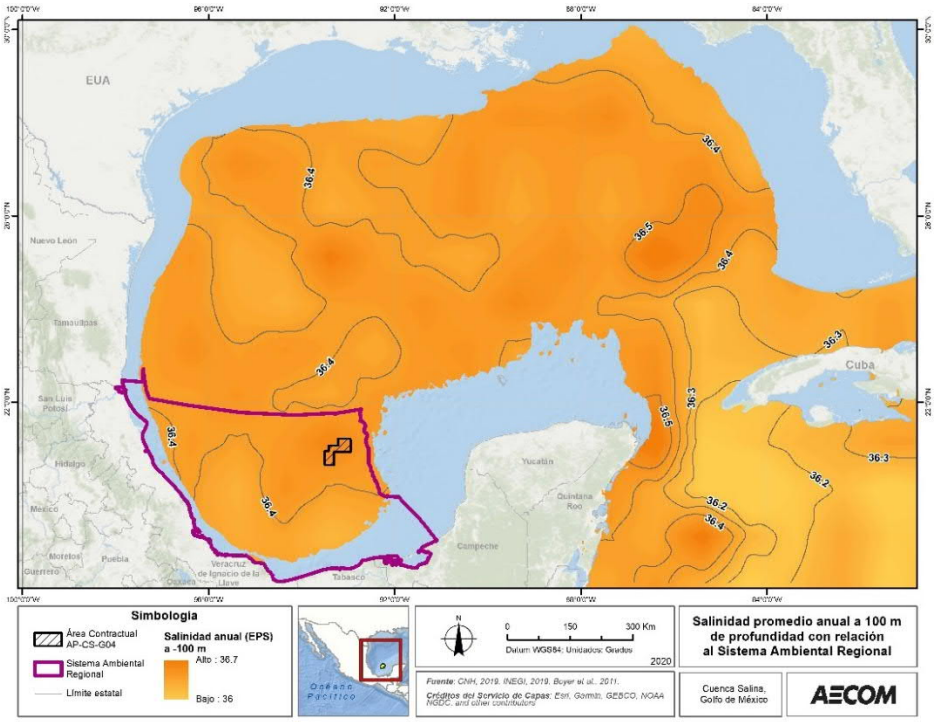
El agua oceánica abierta tiene una salinidad que generalmente oscila entre 33 y 37 partes por mil (ppt, por sus siglas en inglés) en el área del SAR (Libes 2009). Este rango es influenciado por diversos factores ambientales tales como la precipitación, el aporte de agua dulce, la circulación oceánica entre otras cosas. Por lo tanto, la salinidad en el SAR en el Golfo de México puede variar geográfica y estacionalmente (NOAA-NCEI 2017). La salinidad en el Golfo de México depende predominantemente de la Corriente de Lazo y más específicamente, de los giros de mesoescala que se separan de ella con aporte de aguas del Caribe subtropical con una salinidad estimada de 36.6 ppt (Elliot 1982, Romanou *et al.* 2004). La información publicada por diversas fuentes muestra las isolíneas de salinidad para diferentes profundidades en el Golfo de México (Boyer *et al*. 2011) como se muestra en la **Figura 4-33**, **Figura 4-34** y **Figura 4-35**. Estudios de la NOAA muestran que, en zonas cercanas al Área Contractual, existen salinidades promedio en la superficie (10 m) y a 250 m de profundidad de 36.5 ppt y 35.8 ppt en verano, de 36.2 ppt y 36 ppt en otoño, de 36.2 ppt y 35.9 ppt en invierno y de 36.2 ppt y 35.8 ppt en primavera, respectivamente (NOAA-NCEI 2017). Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP. Estas tendencias son consistentes en todos los perfiles de salinidad del Estudio de LBA y con los resultados publicados para el Golfo de México.

Figura 4-33. Promedio anual de la salinidad superficial en el SAR y en el Golfo de México



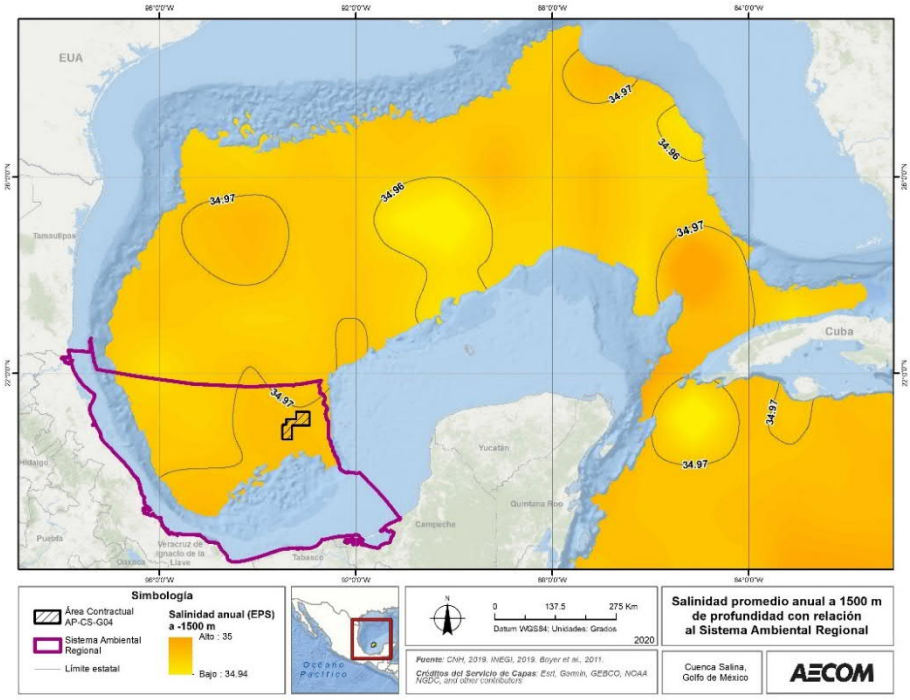
Fuente: Boyer et al. 2011

Figura 4-34. Promedio anual de la salinidad en el SAR y en el Golfo de México a 100 m de profundidad



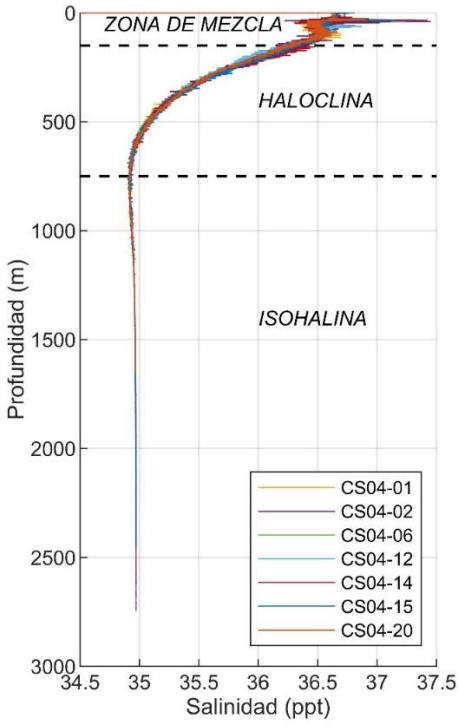
Fuente: Boyer et al. 2011

Figura 4-35. Promedio anual de la salinidad en el SAR y en el Golfo de México a 1,500 m de profundidad



Fuente: Boyer et al. 2011

Figura 4-36. Perfil de salinidad en siete estaciones del Estudio de LBA



Fuente: AECOM 2018a

4.2.1.6.3.2 Estructura física –Temperatura

La temperatura superficial en el SAR es cálida debido al ingreso de las aguas subtropicales (Elliot 1982, Romanou 2004, Ward *et al*. 2017). PEMEX (2010) observó que la distribución vertical de la temperatura del agua en el Golfo de México depende de las masas de agua, las características de la circulación local, la dinámica general de las corrientes y estacionalidad, que determinan las variaciones de las termoclinas. Las temperaturas de la superficie del mar medidas en la boya de la Bahía de Campeche (Estación 42055) de mayo de 2005 a diciembre de 2008, tuvieron un rango entre 23.1 °C a 33 °C, tal como se muestra en la **Figura 4-37** (NOAA-NDBC 2017).

Las temperaturas más elevadas se observaron de junio a octubre. Las temperaturas de la superficie observadas durante el Estudio de LBA se situaron dentro del rango reportado por NOAA-NDBC (2018). La **Figura 4-38**, **Figura 4-39** y **Figura 4-40** muestran las temperaturas medias anuales del agua a tres profundidades (NOAA-NCEI 2017).

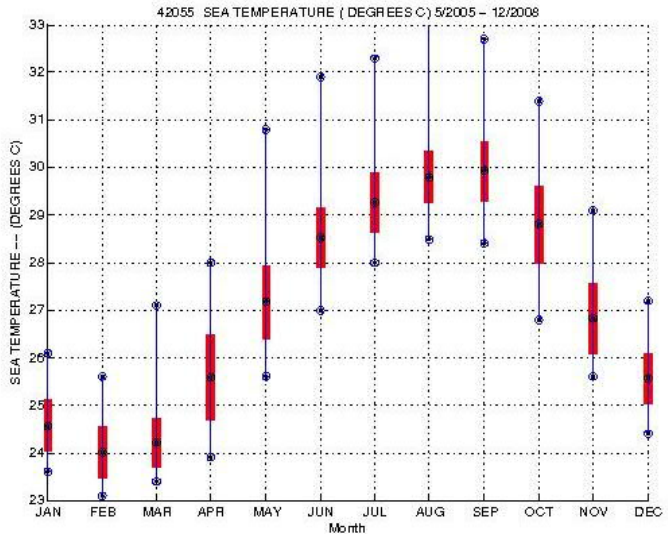
Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

PEMEX (2010) reportó temperaturas medias en la superficie del mar de aproximadamente 25.5 °C a 25.75 °C en la región de Tabasco (al sur del Golfo de México).

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

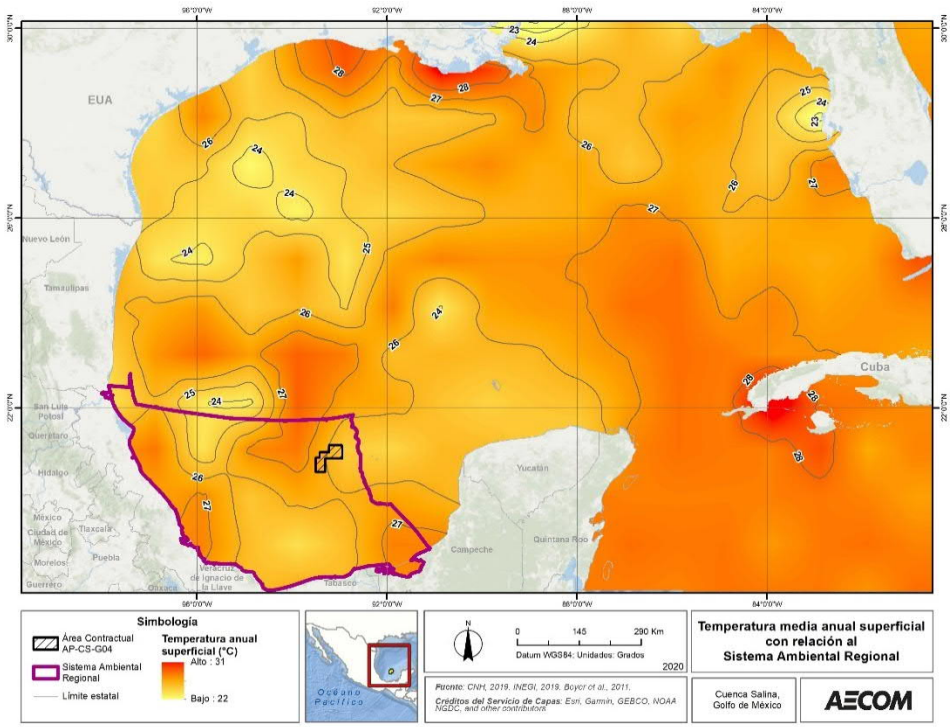
Con base en los datos del perfil de temperatura, la zona de mezcla cercana a la superficie se identifica hasta una profundidad alrededor de 30 m antes de ingresar a la termoclina (30 m – 1,000 m) y, finalmente, la isoterma está después de los 1,000 m de profundidad.

Figura 4-37. Gráfica de la media y desviación estándar de la temperatura superficial del mar en la boya de la Bahía de Campeche (Estación 42055) de 2005 a 2008



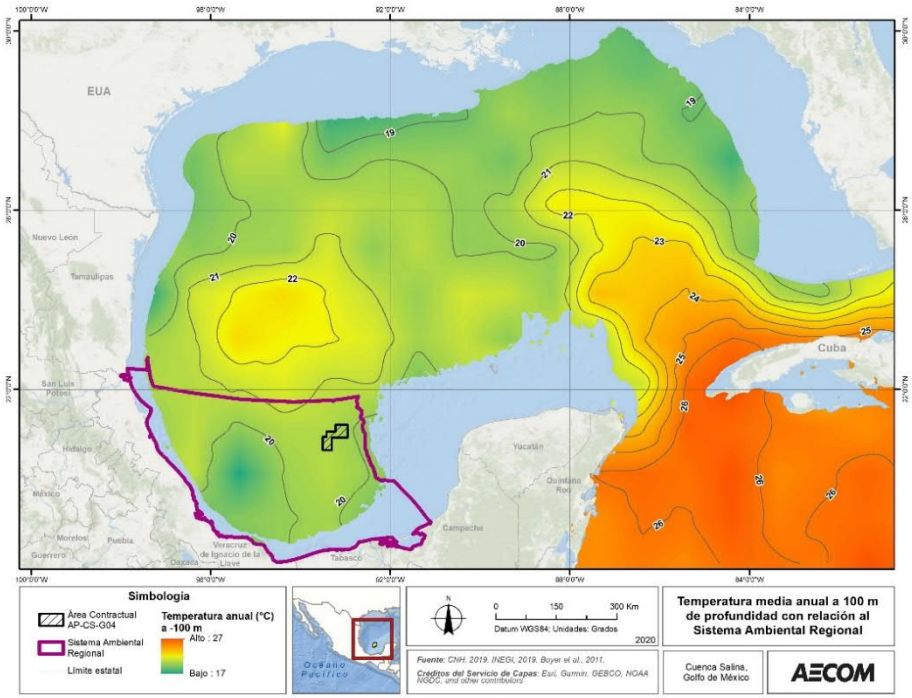
Fuente: NOAA-NDBC 2018

Figura 4-38. Temperatura media anual superficial en el SAR y en el Golfo de México



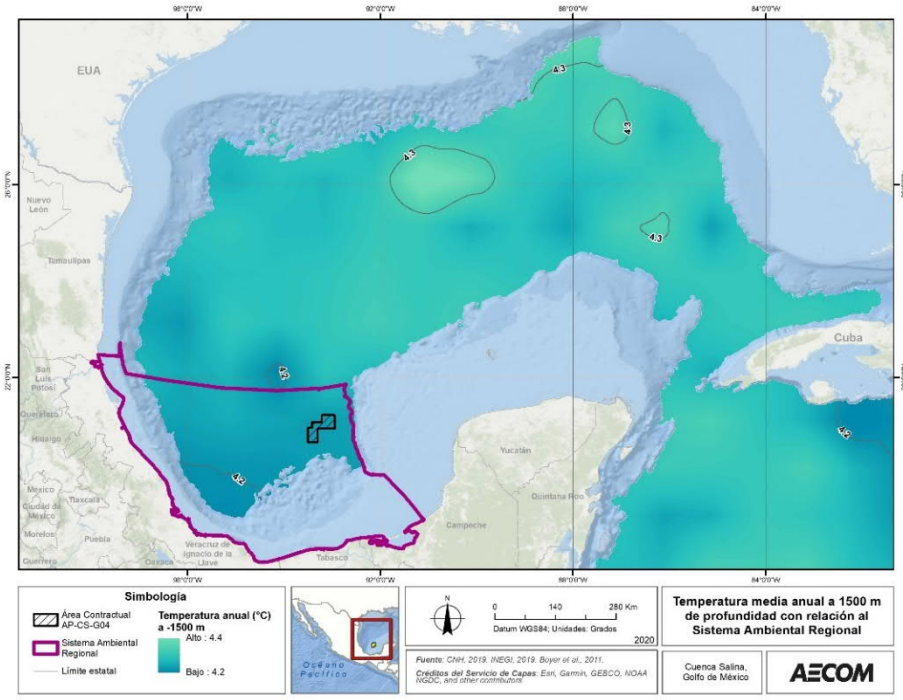
Fuente: Boyer et al. 2011

Figura 4-39. Temperatura media anual a 100 m de profundidad en el SAR y en el Golfo de México



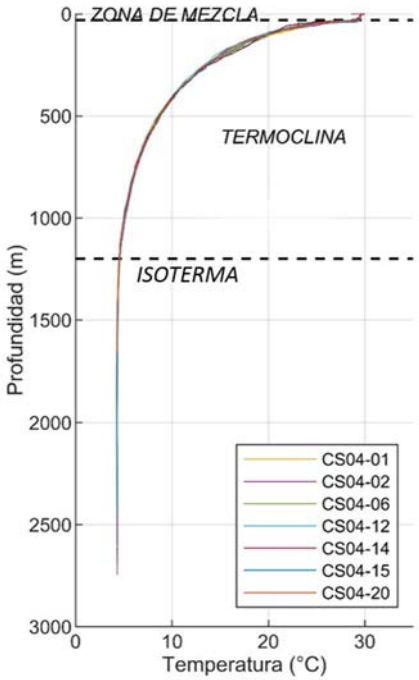
Fuente: Boyer et al. 2011

Figura 4-40. Temperatura media anual a 1,500 m de profundidad en el SAR y en el Golfo de México



Fuente: Boyer et al. 2011

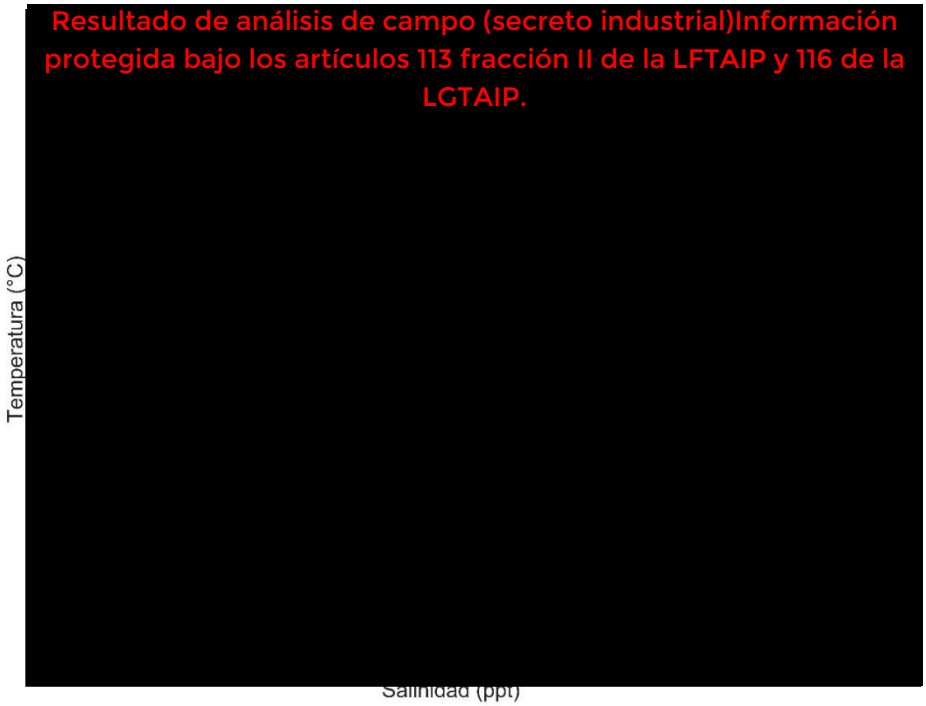
Figura 4-41. Perfil de temperatura a lo largo de la columna de agua en todas las estaciones de muestreo del Estudio de LBA



Fuente: AECOM 2018a

Rivas *et al*. (2005) estudiaron las masas de agua del Golfo de México y determinaron que la masa de agua principal ingresa a través del Canal de Yucatán desde el noroeste del Mar Caribe. Esta masa de agua, derivada de las aguas superficiales subtropicales al norte y sur del Ecuador, donde la evaporación excede la precipitación, tiene una salinidad aproximada de 36.7 ppt y una temperatura aproximada de 23 °C, en profundidades de 150 m a 200 m. Rivas *et al*. (2005) describieron esta masa de agua como el Agua Submarina Subtropical y descubrieron que también estaba presente en la Corriente de Lazo y en los giros de mesoescala que se separan de ella. Una segunda masa de agua se encontró en profundidades de 400 m a 600 m y fue identificada por Rivas *et al*. (2005) como el Agua Central del Atlántico Tropical. Por debajo de esta masa, el Golfo de México está influenciado por la masa de Agua Intermedia Antártica y la masa de Aguas Profundas del Atlántico Norte. A partir de los datos de salinidad y temperatura obtenidos en el Área Contractual durante el Estudio de LBA, se desarrolló un diagrama de temperatura-salinidad (T-S, **Figura 4-42**). Los resultados en general son consistentes con Rivas *et al*. (2005) y sugieren que las ya mencionadas masas de agua pueden ser identificables por sus relaciones termohalinas en el SAR.

Figura 4-42. Diagrama T-S para todas las estaciones de muestreo del Estudio de LBA



SUW = Agua Submarina Subtropical; TACW = Agua Central del Atlántico Tropical,
AAIW = Agua Intermedia Antártica; NADW = Agua Profunda del Atlántico Norte

Fuente: AECOM 2018a

4.2.1.6.3.3 Oxígeno disuelto y pH

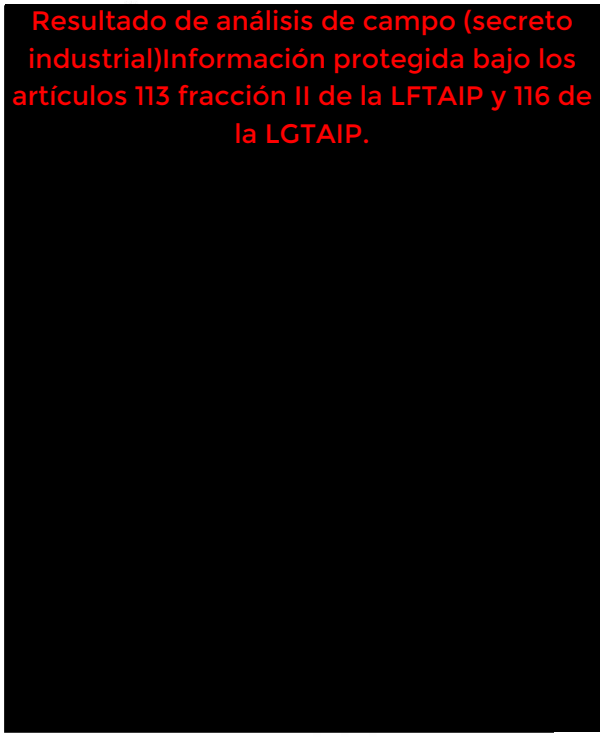
Ward *et al*. (2017) encontró que las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en la parte superior de la columna de agua (aproximadamente de 100 m a 200 m) del sur del Golfo de México estuvieron influenciadas tanto por factores atmosféricos como fotosintéticos. Por ejemplo, la acción del viento y oleaje constituyen factores que controlan el intercambio del gas aire-mar, mientras la respiración de microalgas crea oxígeno en la columna de agua. A la mitad de la columna de agua, el OD se transporta desde las aguas ricas en oxígeno originadas en el Mar Caribe y enviadas por las corrientes vía el Canal de Yucatán (Ward *et al*. 2017). En las aguas profundas del Golfo de México, la oxidación de la materia orgánica sirve como un gran reductor del OD.

Jochens *et al.* (2004) estudiaron el OD en el Golfo de México a través de la obtención de perfiles en la Bahía de Campeche y cerca del Área Contractual. La combinación de estos resultados condujo a un perfil medio en función de la profundidad, representativo del SAR en general. Los resultados indican valores en la superficie de OD de

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Contractual (**Figura 4-43**) son consistentes con Jochens *et al.* (2004).

Figura 4-43. Perfil de OD (mg/L) en la columna de agua del Estudio de LBA



Fuente: AECOM 2018a

Las concentraciones variables de OD ocurrieron cerca de la superficie, seguidas por una disminución hasta aproximadamente 400 m y posteriormente aumentó hasta aproximadamente 1,500 m. Por debajo de esta profundidad, se encontró una concentración uniforme de OD.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP. En general, la similitud entre estaciones con respecto a la distribución vertical de las concentraciones de OD es consistente con lo esperado. En las aguas superficiales, la fijación fotosintética de carbón inorgánico tiende a incrementar el pH debido al decremento en el CO_2 disuelto y las concentraciones de ácido carbónico (H_2CO_3). El OD también se incrementa debido a que es un producto derivado de la fotosíntesis. La cantidad menor de oxígeno alrededor de 400 m de profundidad es causada por la descomposición de la materia orgánica, particularmente por el asentamiento de las células de plancton. A mayor profundidad, la fotosíntesis está limitada por la luz, por lo que prevalecen los procesos heterotróficos. Esto inicia la producción de CO_2 con la consecuente formación de H_2CO_3 resultando en la disminución del pH (Libes 2009). Las concentraciones de fondo de OD medido dentro del Área Contractual fueron similares a las condiciones de referencia de OD en el SAR y la región suroeste del Golfo de México.

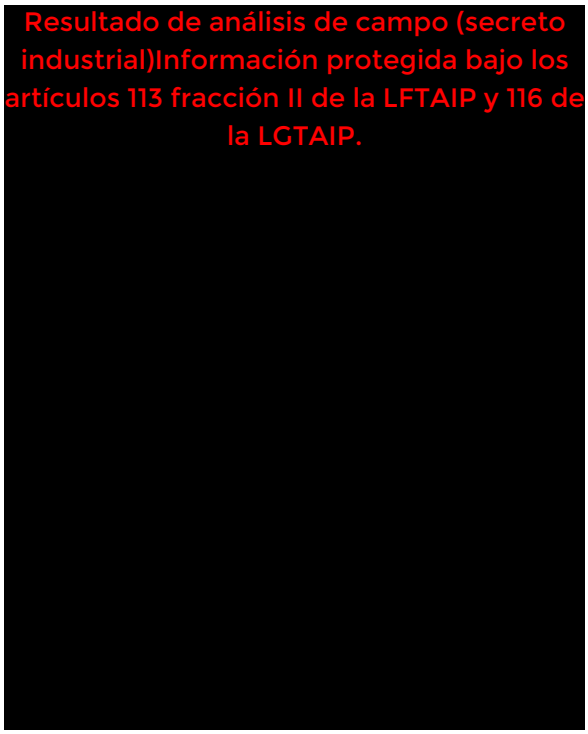
Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

A través de la neutralización natural de los carbonatos en las aguas oceánicas, el pH de la superficie del mar se ha registrado recientemente que varía de 7.9 a 8.4 (Libes 2009, Pilson 1998). En el Golfo de México, Amec Foster Wheeler (2017) reportó que el pH en la superficie del mar varía entre 7.9 y 8.2. El pH observado en las aguas

superficiales de las zonas neríticas de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche se ha registrado que varía de 7.10 a 8.30, 8.01 a 8.16 y de 7.98 a 8.17, respectivamente (SEMARNAP 2000).

Los perfiles de pH en el Área Contractual son similares a otros estudios en áreas cercanas. No obstante, la magnitud de los resultados es más baja de lo esperado, con perfiles de pH que variaron entre 6.2 y 7.7. Es probable que este resultado ligeramente ácido no sea representativo de las condiciones reales y se presenta como datos recalibrados (por falla en el equipo) en la **Figura 4-44**.

Figura 4-44. Perfil de pH a lo largo de la columna de agua en todas las estaciones de muestreo dentro del Área Contractual

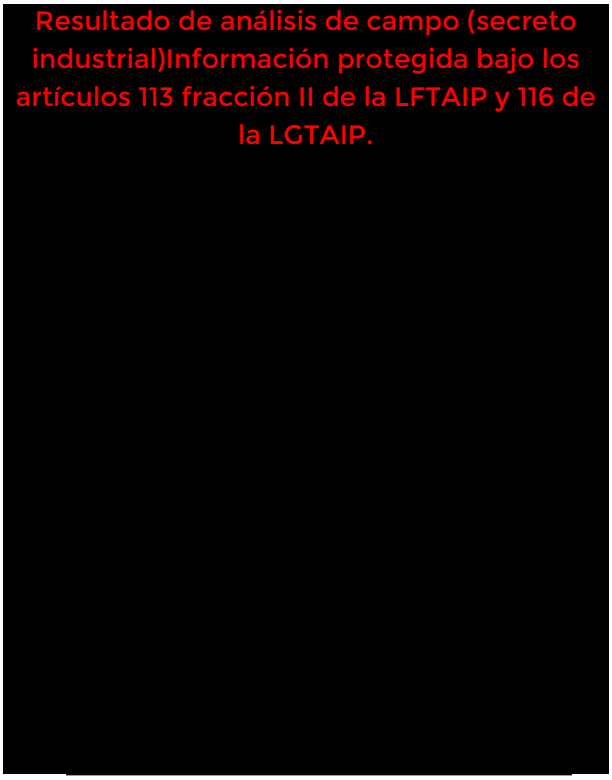


Fuente: AECOM 2018a

4.2.1.6.3.4 Turbidez y Sólidos Suspendidos Totales

La turbidez se reporta en unidades de turbidez nefelométrica (NTU, por sus siglas en inglés). La turbidez mayor ocurre en áreas donde las concentraciones de partículas de material causan que el agua presente una apariencia turbia, dando como resultado un incremento en la absorción de luz y dispersión. La turbidez se mide operativamente como la cantidad de luz transmitida a través del agua (Libes 2009). En 2017, Amec Foster Wheeler reportó una turbidez homogénea en la plataforma continental del Golfo de México. En general, los valores de turbidez en las aguas superficiales variaron de 0.3 NTU a 1.4 NTU, con valores más altos localizados cerca de las regiones costeras. Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP. Así mismo, en aguas más profundas, dichos valores presentaron menor variabilidad que en aguas someras, consistente con lo reportado por la literatura.

Figura 4-45. Perfil de turbidez (NTU) en la columna de agua de las estaciones de muestreo del Área Contractual



Fuente: AECOM 2018a

El término sólidos suspendidos totales (SST) se refiere a la cantidad de partículas mayores a 1.5 µm presentes dentro de un cuerpo de agua determinado, mientras que las partículas más pequeñas corresponden a los sólidos disueltos totales (SDT). El término sólidos totales (ST) es la suma de las fracciones disueltas y suspendidas. Los sólidos en el agua están compuestos por partículas orgánicas, tales como organismos vivos (fitoplancton, bacterias, algas, zooplancton, etc.), material detrítico y materiales inorgánicos, tales como partículas minerales. Los sólidos suspendidos y disueltos pueden originarse de fuentes naturales y antropogénicas, y dependiendo de sus concentraciones, pueden afectar la claridad del agua (Ward *et al*. 2017).

La información de concentraciones de SDT para la región a partir de la literatura existente es escasa. Al oeste del Golfo de México, Amec Foster Wheeler (2017) encontró variaciones altas en las concentraciones de SST en la Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP. Estos resultados fueron mayores que los obtenidos por Amec Foster Wheeler (2017), pero menores al LD en la mayoría de las muestras. Los resultados de SDT fueron similares a través del Área Contractual en las tres profundidades de muestreo y coincidentes con los resultados de Amec Foster Wheeler, lo que colectivamente sugiere concentraciones que indican condiciones de línea base para el SAR.

4.2.1.6.3.5 Nutrientes

Los nutrientes primarios en el océano son el nitrógeno, fósforo y silicio (Lalli y Parson 1995, Levinton 2001). Estos son necesarios para el crecimiento del fitoplancton. Los nutrientes inorgánicos disueltos en el agua de mar regulan la producción biológica marina debido a que son factores limitantes para el crecimiento y la producción. Durante el Estudio de LBA se tomaron muestras para amonio, nitrato, nitrito, fosfato y silicato, en su forma disuelta, a tres profundidades: superficie, máxima fluorescencia y cerca del fondo. Las concentraciones de los nutrientes

detectados fueron consistentes con los datos en estudios históricos en el sur del Golfo de México y se consideran representativas del SAR y de las condiciones de línea base en general.

El nitrógeno se puede encontrar en distintas formas en los sistemas acuáticos, incluyendo amonio (NH_4), nitritos (NO_2) y más comúnmente como nitratos (NO_3). SEMARNAP (2000a) reportó concentraciones de NH_4^+ con valores en un intervalo de 0 a 3.38 mg/L en la zona nerítica de Veracruz (plataforma continental). La NOAA (2017a) reportó concentraciones de nitrógeno (nitratos + nitritos) en la superficie marina (10 m) y a una profundidad de 250 m, con valores de 0.11 mg/L y 2.28 mg/L, respectivamente. Los valores más altos de nitrógeno (nitratos + nitritos) se registraron en las muestras tomadas a mayor profundidad, aproximadamente a 250 m (NOAA 2017a), de forma consistente con los resultados del Estudio de LBA, y es probable que se deba a la producción y el consumo primario, así como a la reducción de oxígeno cerca de la superficie y en el fondo (NOAA 2017a).

Los valores de nitritos registrados en la columna de agua dentro del Área Contractual fueron más bajos que los reportados por la NOAA (2017a). Algunos valores de nitritos excedieron el límite máximo establecido por la legislación mexicana (0.002 mg/L; CE-CCA-001/89). Sin embargo, las concentraciones de las muestras recolectadas fueron menores al valor más bajo registrados por la NOAA (2017a), lo que sugiere que corresponden a valores representativos de las condiciones de línea base del SAR.

Los fosfatos son esenciales para la producción biológica marina (NOAA-NCEI 2017). La distribución espacial y vertical de los fosfatos se determina por los procesos bioquímicos y físicos de circulación (NOAA-NCEI 2017). En general, las concentraciones de fosfatos en aguas costeras y profundas no contaminadas son bajas (aproximadamente 0.1 mg/L; Carmouze 1994). Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Se registraron concentraciones de 0.002 mg/L en la zona nerítica de Veracruz y Tabasco, mientras que en la zona Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP. L (EC-CCA-001/89). Algunas concentraciones, principalmente en las muestras cerca del fondo, también se encontraron por encima de los valores reportados por SEMARNAP (2000a) para las zonas neríticas del sur del Golfo de México. Sin embargo, las concentraciones de fosfatos en el agua encontradas en el Área Contractual generalmente siguieron los mismos patrones e intervalos de concentración que los reportados por la NOAA (2017).

Los silicatos son esenciales para regular la producción biológica primaria en el mar. Las diatomeas utilizan sílice para generar sus frústulas (NOAA-NCEI 2017). Millero (1996) documentó que la principal fuente de silicatos disueltos en el agua marina proviene de la intemperización de cuarzo, feldespatos y minerales clásticos que son transportados hacia el océano por los ríos y el viento. La NOAA-NODC (2018a) reportó concentraciones de silicatos en la superficie (10 m) y a 250 m de profundidad con valores de 0.1 mg/L a 1.4 mg/L, en el sur del Golfo de México.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.1.6.3.6 Constituyentes orgánicos (Hidrocarburos)

Los hidrocarburos en la columna de agua pueden ser generados por condiciones naturales o por factores antropogénicos. En el área de la plataforma continental o en el talud, así como en las regiones abisales del Golfo de México, las filtraciones naturales de hidrocarburos son comunes y se dispersan a lo largo del Golfo de México (ver **Sección 4.2.2.3**). La información sobre las concentraciones históricas de HTP, HAP y BTEX en el Golfo de México es limitada. Durante el Estudio de LBA se analizaron BTEX, 16 HAP prioritarios, HTP y grasas y aceites.

4.2.1.6.3.6.1 BTEX

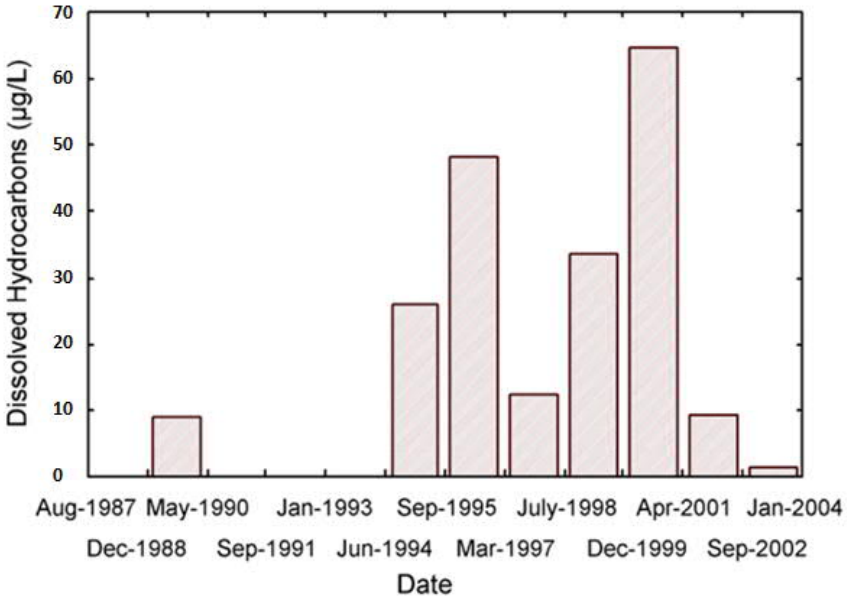
No se encontraron estudios históricos que comparen las concentraciones de BTEX recolectadas en las muestras del Área Contractual con las fuentes de literatura de la región. Las concentraciones de BTEX medidas estuvieron

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.1.6.3.6.2 HAP

Amec Foster Wheeler (2017) reportó concentraciones de HAP al noroeste de la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE) de 0.01 µg/L a 0.02 µg/L, aunque la mayoría de las muestras de agua analizadas obtuvieron valores por debajo del LD. Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 4-46. Concentraciones de hidrocarburos disueltos (µg/L) en el agua, Quintana Roo, Punta Venado



Fuente: Modificado de Caso et al. 2004

4.2.1.6.3.6.3 HTP

Amec Foster Wheeler (2017) reportó concentraciones de HTP que van desde <0.401 ng/L a 11.03 ng/L en aguas superficiales y <0.401 a 13.31 ng/L en aguas profundas al sur del Golfo de México durante el estudio oceanográfico SGM-6. Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.1.6.3.7 Grasas y aceites

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.1.6.3.8 Metales

Los metales en el agua oceánica pueden ser tanto naturales como de fuentes antropogénicas. Dentro de los ambientes marinos, los metales se transportan en alta mar a través de la descarga del río, la escorrentía urbana y

la deposición atmosférica. El viento y la precipitación promueven la meteorización continental y también están vinculados al transporte de metales a los ambientes oceánicos. Aunque los metales tienen el potencial de afectar la calidad del agua en la plataforma continental/ladera y los ambientes abisales, ese potencial está limitado por la distancia desde la costa (Ward *et al*. 2017). Durante el Estudio de la LBA, se registraron las concentraciones de aluminio, arsénico, bario, cobalto, hierro, níquel, vanadio y zinc en las muestras de agua recolectadas, como se

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Las aguas de la plataforma continental/ladera y abisal del Golfo de México, generalmente en la mayor parte del SAR, permanecen intactas por las actividades humanas debido a los niveles relativamente bajos de descargas de contaminantes, así como a los altos niveles de dilución debido al gran volumen y tasas de mezcla de las aguas receptoras (Ward *et al*. 2017). Ward *et al*. (2017) menciona que hay poca información disponible sobre las concentraciones ambientales de metales en las aguas costa afuera del Golfo de México, aunque se espera que las concentraciones sean bajas y consistentes con los valores de referencia, y no hay evidencia específica de que las condiciones para el SAR en general diferirán significativamente de los encontrados en el Estudio de la LBA.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Tabla 4-12. Concentraciones de metales (mg/L) en las tres profundidades de la columna de agua del Estudio de LBA

Concentración Promedio de los Metales Detectados en las Siete Estaciones de Muestreo Dentro del Área Contractual (mg/L)			
	Profundidad de Muestreo		
	Superficie	Máxima Fluorescencia	Cerca del Fondo
Hierro (Fe)	0.00355	0.01620	0.00711
Zinc (Zn)	0.00190	0.00076	0.00069
Bario (Ba)	0.00454	0.00421	0.00555

Fuente: AECOM 2018a

4.2.2 Aspectos bióticos

4.2.2.1 Vegetación

4.2.2.1.1 Vegetación terrestre

El SAR no incluye hábitats terrestres y, como se describe en el **Capítulo 2**, el Área Contractual se localiza a 234 km del punto más cercano a la costa de México. Solo las actividades de soporte del helicóptero, de los OSV y la(s) base(s) logística(s) tendrán interacciones planeadas en la costa. Ya que los servicios de soporte solo utilizarán estructura existente en tierra, la naturaleza de la vegetación terrestre no es relevante para este estudio y no se analizará en este documento.

4.2.2.1.2 Vegetación marina

4.2.2.1.2.1 Productores primarios (fitoplancton y bacterias)

El plancton marino incluye fitoplancton fotosintético, ictioplancton y zooplancton heterótrofo (que se describen en la **Sección 4.2.2.2**). Los organismos planctónicos flotan o están a la deriva en la columna de agua. Muchas especies son microscópicas, pero otras son más grandes. El rango de tamaño del plancton varía de picoplancton (0.2 µm a 2.0 µm) a macroplancton y megaplancton (2.0 cm a >20 cm). Esta sección se enfoca en la diversidad, abundancia y distribución del fitoplancton (algas microscópicas fotosintéticas, protistas y cianobacterias). Muchos animales se alimentan de plancton, ya sea a través de la captura directa o por alimentación por filtración.

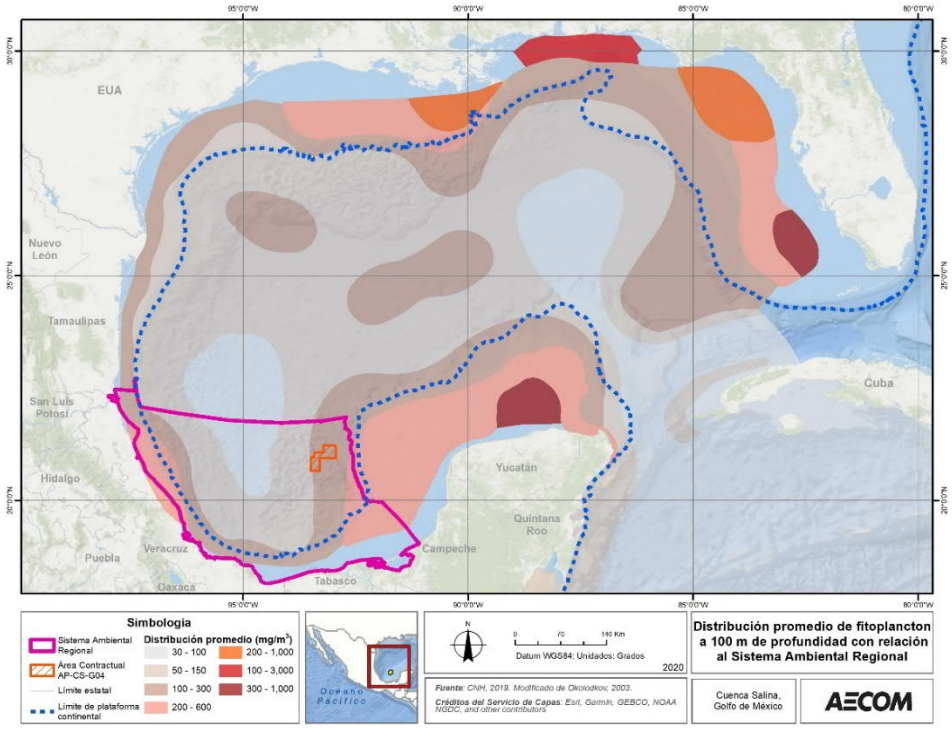
El fitoplancton marino incluye diversos grupos taxonómicos fotosintéticos que forman la base de las cadenas tróficas dentro del ambiente marino, generando casi la mitad de la productividad primaria global (Field *et al*. 1998). La productividad primaria es la tasa a la que la energía es convertida mediante la fotosíntesis (a través de la clorofila) en materia orgánica, afectando directamente la presencia, intensidad y abundancia de otros organismos en el Golfo de México, algunos de los cuales son económicamente importantes (Okolodkov 2003). La distribución vertical de la diversidad y abundancia del fitoplancton en la zona eufótica, cerca de la superficie, disminuye sustancialmente a medida que la penetración de la luz cae al 1% dentro de la zona afótica (Reeves y Reynolds 2006, Okolodkov 2003) que también corresponde a la disminución de la concentración de partículas y nutrientes con la profundidad (Steinke *et al*. 2017). La productividad primaria es alta en la plataforma continental eutrófica (rica en nutrientes) del Golfo de México, y baja en la cuenca interior oligotrófica (pobre en nutrientes), incluyendo el sur del Golfo de México y el SAR.

La clorofila-a es un indicador de la reserva permanente de fitoplancton, misma que está relacionada con la productividad primaria neta (PPN) de ésta; y también refleja la tasa neta de fijación de carbono (fotosíntesis). Estacionalmente, la clorofila en las aguas profundas del Golfo de México varía de un mínimo en verano a un máximo en el invierno debido a los cambios estacionales en la profundidad de la capa mixta (Müller-Karger *et al*. 1991, 2015, Salmerón-García *et al*. 2011). Los eventos periódicos que llevan los nutrientes a la superficie, incluyendo las tormentas y el paso de los remolinos arrojados de la Corriente de Lazo, también incrementan la productividad primaria (Müller-Karger *et al.* 1991, 2015, Melo Gonzalez *et al.* 2000). El crecimiento del fitoplancton es dependiente de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. Se ha descrito un gradiente de concentración de nutrientes pelágicos superficiales desde las aguas cercanas a la costa hasta aguas profundas con base en la abundancia de células de fitoplancton, con mayores abundancias en las zonas costeras y menores abundancias costa afuera (Uitz *et al*. 2010). Este gradiente ha sido directamente relacionado a la carga de nutrientes en las zonas costeras, proporcionando un suministro clave de nutrientes para el fitoplancton (Giraud *et al*. 2008; Cloern *et al*. 2014). Algunas áreas en aguas costa afuera tienen altos nutrientes y baja concentración de clorofila (HNLC, por sus siglas en inglés), generalmente en mar abierto en donde el fitoplancton no prolifera (Pitchford y Brindley 1999).

Los principales grupos del fitoplancton marino en el Golfo de México son: diatomeas, dinoflagelados, cianofitas, cocolitofóridos y otros grupos menos abundantes como las criptofitas, rafidofitas, criofitas y prasinofitas (Muller-Karger *et al*. 1991, Reeves y Reynolds 2006, Byrnes *et al.* 2017). En el Golfo de México existe un estimado de 1,000 especies de diatomeas, 600 de dinoflagelados y 2,000 de cianobacterias (Steidinger *et al*. 2009), con una variación espacial y temporal en su densidad y distribución. Se observó la tendencia de transición descrita anteriormente en relación con el desplazamiento de la escorrentía de nutrientes costeros en la Sonda de Campeche, donde la diversidad y biomasa de fitoplancton aumentaron en las aguas costeras al existir una mayor disponibilidad de nutrientes (Müller-Karger *et al*. 1991; Gómez *et al*. 2018). Otros estudios ilustran la variabilidad espacial y temporal del fitoplancton incluyendo a Orozco Colunga (1989) quien identificó 39 géneros de diatomeas y 12 géneros de dinoflagelados de diversas ubicaciones a lo largo del Golfo de México. Solo se ha reportado un rafidofito, *Heterocapsa akashiwo*, en el Golfo de México, aunque es probable que haya muchas más especies dentro de este grupo que no han sido identificadas en la región (Band-Schmidt *et al*. 2004). En el Anexo E del Estudio de LBA del Área Contractual, se presentó un resumen de las especies que pueden estar presentes en el Área Contractual y en la Cuenca Salina.

La variación estacional en la abundancia del fitoplancton en el oeste del Golfo de México ha sido relacionada con los fuertes vientos (a menudo durante la temporada de huracanes) y el incremento de la precipitación entre julio y agosto; ambos influyen sobre la concentración de nutrientes en aguas superficiales (Licea-Durán y Luna-Soria 2002). Así mismo, la distribución vertical homogénea del fitoplancton en la Sonda de Campeche ha sido asociada con intensos florecimientos en primavera, mientras que las distribuciones heterogéneas son más comunes en otoño (Okolodkov 2003). La región del SAR es generalmente oligotrófica con una abundancia media del fitoplancton de 50 mg/m^3 y 150 mg/m^3 (Okolodkov 2003) y bajos valores de clorofila-a estimados tanto *in situ* como por medio de percepción remota (Gómez *et al*. 2018, Muller-Karger *et al*. 1991, Licea-Durán y Luna-Soria 2002, CONABIO 2013). El Área Contractual no presentó esta misma condición, ya que registró una abundancia media de fitoplancton de 100 a 300 mg/m^3 (**Figura 4-47**). El fitoplancton y la concentración de clorofila-a en el sur del Golfo de México, generalmente presenta los valores máximos en julio, disminuyendo al valor mínimo anual en febrero (Jochens *et al*. 2002, Gómez *et al*. 2018, Licea-Durán y Luna Soria 2002).

Figura 4-47. Distribución promedio de fitoplancton a 100 m de profundidad



Leyenda: Intervalos de abundancia (mg/m^3) -1) 30-100; 2) 50-150; 3) 100-200; 4) 100-300; 5) 200-600; 6)200-1,000; 7)100-3,000; 8)300-1,000, 9) margen de la plataforma.

Fuente: Modificado de Okolodkov 2003

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.2.1.2.2 Vegetación acuática sumergida

El *Sargassum* es un género de macroalga café pelágica, ampliamente distribuida a lo largo del Golfo de México. El complejo pelágico de *Sargassum* encontrado en el Golfo de México está principalmente conformado por dos especies *Sargassum natans* y *S. fluitans* (Littler y Littler 2000). Ambas especies de *Sargassum* viven justo por debajo de la superficie y son consideradas macrófitos completamente pelágicos (Lee y Moser 1998). El *Sargassum* se caracteriza por presentar un tallo ramificado con numerosas hojas en forma de lanceta y neumatocistos llenos de gas, que le permiten flotar (Littler y Littler 2000). Las plantas de *Sargassum* se distribuyen comúnmente como grandes tapetes que varían en tamaño dependiendo de los factores ambientales y fisicoquímicos tales como, las corrientes oceanográficas, la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Las cianobacterias epifíticas en los tapetes contribuyen a la producción en el complejo del *Sargassum* (Wells y Rooker 2004). Gower y King (2008) utilizaron imágenes satelitales para estimar la media de la masa total del *Sargassum* en 900 millones de kg en el Golfo de México.

Aunque el *Sargassum* no ha sido designado como un organismo sensible, funciona como un hábitat biogenético importante, ya que provee de áreas de alimento y hábitat para organismos marinos (tortugas, aves y peces) en las áreas pelágicas del Golfo de México. Se pueden encontrar organismos sésiles y móviles dentro de las comunidades de *Sargassum*, incluidas más de 100 especies de invertebrados. (por ejemplo, poliquetos, gusanos planos, nudibranquios, crustáceos y varios moluscos; Coston-Clements *et al*. 1991). Varios peces pelágicos utilizan el sargazo como una fuente de alimento y otros lo utilizan como refugio o hábitat de cría (Bortone *et al*. 1977, Dooley 1972). El sargazo puede influir en el éxito de reclutamiento de varias especies de peces, incluidos los peces de caza importantes, como el pez delfín (*Coryphaena hippurus*), el wahoo (*Acanthocybium solandri*), el atún y otras especies depredadoras pelágicas (Wells y Rooker 2004). Cuatro de las cinco especies de tortugas marinas que se distribuyen en el Golfo de México a menudo se asocian con esteras flotantes de *Sargassum* (Carr y Meylan 1980, Carr 1987, Coston-Clements *et al*. 1991, Schwartz 1988). El sargazo influencia la abundancia local y presencia de ciertas especies de aves marinas, incluyendo pardelas, bobos enmascarados, falaropos y varias especies de charranes (Lee y Moser 1998).

La mayoría del *Sargassum* se origina en la porción noroeste del Golfo de México y es más abundante de mayo a julio (Gower y King 2008). El movimiento del *Sargassum* en el Golfo de México es influenciado por las corrientes oceánicas y el viento, y se piensa que su abundancia incrementa en los giros de mesoescala (Wells y Rooker 2004). Aunque no existen datos específicos, generalmente se asume que el *Sargassum* sigue los mismos patrones de distribución, por lo que se espera que se encuentre en el SAR y el Área Contractual con las fluctuaciones estacionales de distribución, típicas del sur del Golfo de México.

Los pastos marinos en México son considerados áreas de importancia ecológica ya que albergan comunidades clave en ecosistemas naturales, las cuales son importantes ecológica y socioeconómicamente como hábitats de cría para muchas especies comerciales y recreativas de fauna marina (Ávila *et al*. 2015, Costanza *et al*. 1997). Las comunidades de pastos marinos proveen de oxígeno disuelto e importantes cantidades de carbono orgánico a los estuarios y al ambiente marino. Su presencia estabiliza el sedimento, ayudando a prevenir la resuspensión, que disminuye la turbidez y facilita la absorción de nutrientes en los organismos, al mismo tiempo que protege la línea de costa de la erosión por el oleaje y de las inundaciones. La estructura de su distribución genera refugios para varios organismos y promueve la diversidad biológica (Escobar-Briones 2004). De acuerdo con la UNEP-WCMC (2016) las camas de pastos marinos más cercanos al Área Contractual están localizadas 235 km al sureste (en el ANP Laguna de Términos), 271 km al suroeste (en el ANP Los Tuxtlas), 258 km al suroeste (en el Sistema Arrecifal Veracruzano) y 377 km al oeste (en el Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan; Onuf *et al*. 2003).

Los manglares y humedales costeros son ecosistemas protegidos en México. Estos ecosistemas proveen de alimento, refugio y sitios de cría para especies marinas comerciales y recreativas. A su vez, estos controlan la erosión y las inundaciones ocasionadas por las tormentas que afectan las costas; así mismo, son importantes para mantener la calidad del agua (Barrera-Falcón 2016, Cuevas-Madrid 2017, Moreno-Cáliz *et al*. 2002; se detallan más adelante en la **Sección 4.2.2.3**).

Varios sitios a lo largo de las costas e islas en el Golfo de México han sido designados como Sitios Ramsar. Un Sitio Ramsar constituye un humedal de importancia internacional designado por la Convención de Humedales,

conocida como Convención Ramsar, organismo intergubernamental establecido en 1971 por la UNESCO. Los Sitios Ramsar generalmente están ubicados junto con las ANP designadas por la CONANP. Las descripciones de los Sitios Ramsar más cercanos al Área Contractual se presentan en la **Sección 4.2.2.3**.

4.2.2.2 Fauna

4.2.2.2.1 Fauna Marina – Zooplancton, ictioplancton, bacterias, meiofauna bentónica y macrofauna bentónica

4.2.2.2.1.1 Zooplancton

Aunque hay pocos datos disponibles para la región occidental del Golfo de México, se informa que la abundancia de zooplancton y la composición taxonómica son similares a otros cuerpos de agua subtropicales oligotróficos en alta mar (Bogdanov *et al*. 1968, Khromov 1965a,b, 1969, Biggs y Ressler 2001). Las mayores densidades de larvas de atún, pez espada, verdel (caballa) y otras poblaciones comerciales se distribuyen en zonas de convergencia de giros ciclónicos y anticiclónicos, que se producen en las aguas profundas del Golfo de México (Vargo y Hopkins 1990).

El zooplancton es taxonómica y estructuralmente diverso, su tamaño varía desde organismos microscópicos unicelulares hasta medusas de varios metros de diámetro. El zooplancton es heterótrofo y puede ser herbívoro, carnívoro u omnívoro (Lalli y Parson 2006). En el zooplancton marino se engloban muchos grupos taxonómicos diferentes en diversas etapas de desarrollo (Gasca-Serrano y Suárez-Morales 1996). Los estudios sobre zooplancton marino en el Golfo de México se han enfocado en los hábitats costeros (aguas litorales, arrecifes y lagunas costeras) con pocos estudios en aguas profundas (Suárez-Morales *et al*. 2013, Gasca 2009, Suárez-Morales 2007). Las mayores concentraciones de biomasa están presentes en zonas someras de la plataforma continental mientras que en la zona oceánica se exhiben bajas concentraciones de biomasa zooplanctónica, independientemente de las tendencias estacionales y espaciales (Zavala-García *et al*. 2016). El grupo taxonómico de los copépodos ha sido el más estudiado, seguido de los sifonóforos, quetognatos, cnidarios, anfípodos hipéridos, eufásidos, apendicularias y pterópodos (Suárez-Morales *et al*. 2013). Los grupos principales de zooplancton registrados en el Golfo de México se presentan en la **Tabla 4-13**.

Tabla 4-13. Principales grupos de zooplancton presentes en el Golfo de México

Grupos Principales	Descripción
Copépodos	La subclase Copépoda de los crustáceos es el taxón dominante del zooplancton marino, representando hasta el 70% de la fauna planctónica. Los copépodos planctónicos presentan una elevada diversidad de formas corporales, hábitos alimenticios y se distribuyen de forma global con aproximadamente 13,000 especies descritas (Bourguet *et al*. 1993). En el Golfo de México, se han identificado cerca de 193 especies de copépodos marinos. Existen cinco órdenes principales de copépodos que presentan estadios larvales planctónicos: Calanoida, Poecilostomatoida, Cyclopoida, Monstrilloida, y Siphonostomatoida (Hernández-Trujillo y Esqueda-Escárcega 2002).
Sifonóforos	Los sifonóforos son un tipo de hidrozoario y son un grupo abundante del zooplancton marino. Los sifonóforos en el Golfo de México están representados por cinco especies principales: *Eudoxoides spiralis, Duphyes dispar, Duphyes bojani, Bassia bassensis, y Abylopsis eschscholtzi*, con abundancias estacionales variables en la superficie (Gasca 1993). En un estudio, los Calycophorae fueron el grupo dominante de los sifonóforos de las muestras de zooplancton recolectadas en el Golfo de México a 50 m de profundidad (Gasca 1993).

Grupos Principales	Descripción
Apendicularias	En el Golfo de México hay 22 especies conocidas de apendicularias. Las especies de *Oikopleura* ocurren en todas partes con mayor abundancia en las plataformas de Campeche y Yucatán. *Fritrillaria* y otros géneros presentan abundancias elevadas en la plataforma continental media y externa, así como en la zona nerítica de Campeche y Tabasco. Elevadas abundancias y bajas diversidades caracterizan las zonas costeras; mientras que, bajas abundancias y elevadas diversidades se presentan en la plataforma media y externa, así como también en la región oceánica (Flores-Coto *et al.* 2013).
Moluscos Pterópodos	Los pterópodos son moluscos holoplanctónicos y son taxa abundantes en el Golfo de México a lo largo de la plataforma continental. Se ha establecido que *Creseis acicula* es uno de los pterópodos más abundantes en el Golfo de México (Flores-Coto *et al*. 2013) y representa el 50% de los organismos del zooplancton muestreados en un estudio (Lemus-Santana 2011). Se han realizado pocos estudios sobre la abundancia y distribución de los pterópodos más allá de la plataforma continental.
Quetognatos	Los quetogantos se distribuyen principalmente entre 0 y 350 m de profundidad, pero pueden encontrarse a 1,000 m (Hopkins 1982). Los factores principales que influencian su distribución incluyen: profundidad, salinidad, intensidad de luz, temperatura y abundancia de presas (Carrillo-Laguna *et al*. 1992, Sanvicente-Añorve *et al*. 2006). En el norte del Golfo de México, los quetognatos representan cerca del 10% de la biomasa zooplanctónica y comúnmente son el tercer grupo más abundante después de los copépodos y eufásidos (Álvarez-Cadena *et al*. 2008, Harding 1984, McLelland 1980, 1989). En el Golfo de México, están entre los principales grupos en términos de abundancia y se distribuyen principalmente en la plataforma continental (Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna 2001).
Eufásidos	Los eufásidos, conocidos como krill, son crustáceos. La mayoría de las especies son oceánicas y presentan una distribución vertical, divididos en epipelágicos (0 a 400 m), mesopelágicos (400 a 700 m) y batipelágicos (700 a 2,000 m). Fager y McGowan (1963) consideran la temperatura como el factor más importante que determina su abundancia y distribución. La mayoría de los eufásidos presentan migraciones verticales diurnas (Roe *et al*. 1984).
Medusas	Los cnidarios (medusas) son abundantes en una gran variedad de ambientes marinos. Están presentes en diversas latitudes y una amplia variedad de profundidades. Existen cuatro clases principales: Scyphozoa, Staurozoa, Hydrozoa, y Cubozoa (Bouillon y Boero 2000). A pesar de que habitan en grandes regiones costeras y oceánicas, la mayoría de las especies presenta patrones de distribución y abundancia bien definidos (Fager y McGowan 1963, Vannucci 1957).

Fuente: AECOM 2020

García-Córdova (2011) reportó una densidad de 1,225 individuos/m^3 en 34 taxa presentes en el Golfo de México. Los grupos más abundantes fueron los copépodos (43% del total de taxa), seguido de los sifonóforos, quetognatos, huevos de peces y equinodermos (juntos representaron el 29% de la abundancia de los taxa; García-Córdova 2011). La zona oceánica comúnmente presenta valores bajos de biomasa, independientemente de la estación o patrón espacial, y las concentraciones más elevadas de biomasa se presentan en las regiones someras de la plataforma continental (Zavala-García *et al*. 2016).

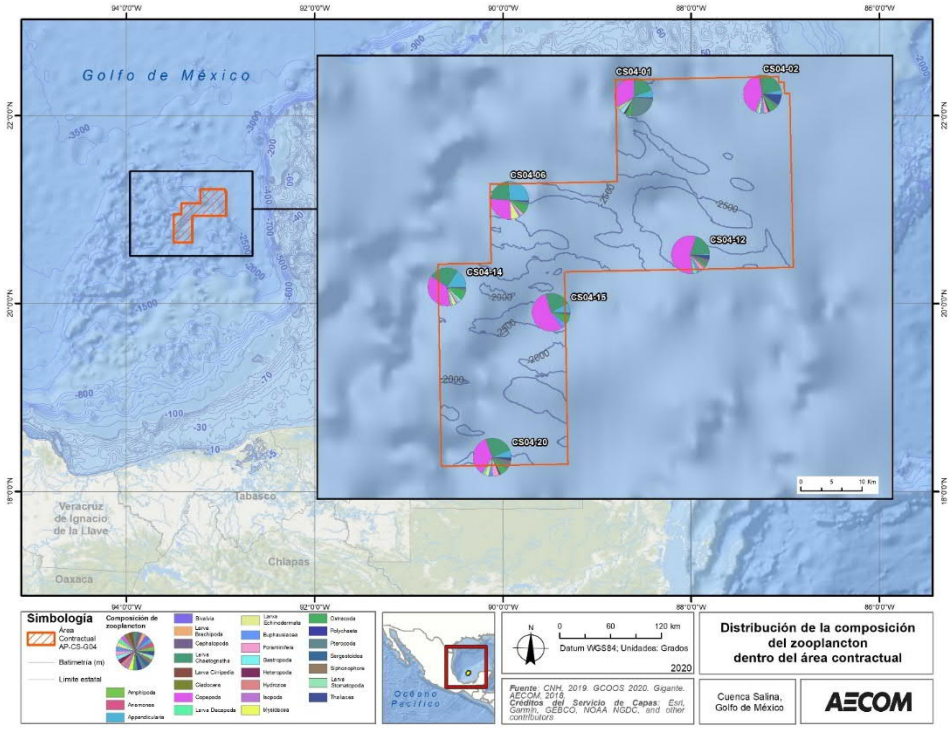
La distribución en la columna de agua generalmente está determinada por factores abióticos tales como agua, temperatura, salinidad y densidad, con respecto a los límites o preferencias fisiológicas de varios grupos taxonómicos (Lalli y Parsons 1997). Las concentraciones más elevadas de zooplancton se han observado en la plataforma continental externa de Campeche en los primeros 18 m (Espinosa-Fuentes *et al*. 2009 y Gasca-Serrano *et al*. 1995). El zooplancton presenta migraciones diurnas en la columna de agua, desde algunos metros por debajo de la superficie hasta cientos de metros de profundidad. Las migraciones más comunes involucran el movimiento de taxa hacia aguas profundas por la mañana y hacia aguas superficiales por la tarde (Lampert 1989). Las migraciones diurnas del zooplancton están bien documentadas en la literatura científica. Por lo tanto, los muestreos

discretos reflejan abundancias y diversidades que pueden estar subestimadas con base en los requerimientos fisiológicos de estos taxa a diferentes escalas temporales y espaciales.

4.2.2.2.1.1.1 Abundancia, biomasa y distribución

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 4-48. Composición del zooplancton recolectado en la campaña del Estudio de LBA



Fuente: AECOM 2018a

4.2.2.2.1.2 Ictioplancton

El ictioplancton (huevos de peces y larvas) es taxonómica y estructuralmente diverso. Después de desarrollarse al pasar la etapa del saco vitelino, estos organismos heterótrofos pueden ser herbívoros, carnívoros y omnívoros (Lalli y Parson 2006). Los peces marinos son de los vertebrados taxonómicamente más diversos, englobando muchos grupos taxonómicos diferentes y en estadios de desarrollo variables (Nelson 2006). Los estudios de ictioplancton marino en el sur del Golfo de México se han enfocado en hábitats costeros (aguas litorales, arrecifes, lagunas costeras), con pocos estudios en aguas profundas (Suárez-Morales *et al*. 2013, Gasca 2009, Suárez-Morales 2007). La familia Myctophidae es una de las que presenta una distribución más amplia en la zona nerítica del Golfo de México (Rodríguez-Varela *et al*. 2001). Además de los mictófidos, los bótidos, escómbridos, clupéidos, engráulidos y góbios, también presenten abundancias elevadas en el Golfo de México (Hopkins y Lancraft 1984, Roe y Badcock 1984). Los grupos principales del ictioplancton que están presentes en el sur del Golfo de México se presentan en la **Tabla 4-14**.

Tabla 4-14. Grupos principales de ictioplancton presentes en el Golfo de México

Grupos principales	Descripción
Myctophidae	Los peces linterna se distribuyen ampliamente en el Golfo de México y Mar Caribe (Rodríguez-Varela *et al*. 2001). Los mictófidos habitan usualmente en la zona batipelágica y se alimentan de organismos planctónicos en la columna de agua (Sutton *et al*. 2008). La mayoría de los mictófidos llevan a cabo migraciones diurnas que pueden estar asociadas con el forrajeo de crustáceos planctónicos. Por la noche, muchos peces linterna migran hacia arriba de la capa de mezcla desde las profundidades diurnas de 300-2,000 m. Las especies de mar profundo tienden a migrar poco o a no realizar migraciones verticales y, para algunas especies, el grado y patrón de migración vertical varía entre juveniles y adultos (Nafpaktitis *et al*. 1977, Hulley 1994).
Bothidae	Los lenguados son peces predadores benticopelágicos y están ampliamente distribuidos en el Golfo de México. Se alimentan de peces bentónicos y macroinvertebrados (Moyle y Cech 1996). Tanto juveniles como adultos tienen sus ojos ubicados del lado izquierdo; por lo que comúnmente se les nombra lenguados de ojo izquierdo (Richards 2006).
Scombridae	Los escómbridos incluyen varios de los peces predadores asociados a arrecifes. Los que son comunes en el Golfo de México incluyen a los: jureles, atunes y sierras (Hopkins y Lancraft 1984). Esta familia es conocida por su elevada importancia económica (Richards 2006).
Clupeidae	Las sardinas (clupéidos) y las anchovetas (engráulidos) son peces abundantes pelágicos, comunes en el Golfo de México y se distribuyen en una gran variedad de hábitats (Roe y Badcock 1984). La mayoría de los clupéidos forman cardúmenes cerca de la superficie en aguas costeras (Watson y Sandknop 1996); mientras que los engráulidos son peces típicamente peces marinos pelágicos costeros, aunque algunos son estuarinos o incluso dulceacuícolas (Whitehead *et al*. 1988). La mayoría de las especies de anchovetas se congregan formando grandes cardúmenes (Richards 2006).
Engraulidae	
Gobiidae	Los gobios demersales son la familia más diversa y rica de peces marinos del mundo (Nelson 2006, Richards 2006) y se distribuyen en una gran variedad de hábitats, desde sedimentos blandos hasta fondos duros arrecifales en el Golfo de México. Gobiidae es la familia de peces con mayor número de especies (Richards 2006).
Perciformes	Los perciformes son el orden de peces más grande y diverso (el mayor orden de vertebrados también), contiene más de 9,000 especies en 148 familias y 18 subórdenes (Nelson 1994). Las etapas del Ciclo Vital Temprano son muy diversas, pero muchas reflejan similitudes morfológicas de aquellos con subórdenes (Richards 2006). Los perciformes varían desde los peces más pequeños hasta los más grandes, y ocupan todas las profundidades en aguas frescas y marinas de todo el mundo. Los perciformes son predominantemente peces costeros marinos y constituyen el componente dominante de la fauna de peces marinos en muchas áreas tropicales. Los perciformes incluyen algunas de las especies comerciales más valiosas y las especies deportivas de mayor precio, así como numerosas especies que son de gran importancia en las pesquerías comerciales y de subsistencia (Watson 1996).

Aproximadamente, 306 especies de larvas de peces representando 283 géneros y 120 familias están presentes en el Golfo de México (Flores-Coto *et al*. 2009). Flores-Coto y Ordóñez-López (1991) sugirieron que la amplia distribución del ictioplancton se debe a la actividad de desove en aguas profundas, desde las cuales las larvas migran a profundidades más profundas y neríticas a través de las corrientes oceánicas. Al igual que con las tendencias de nutrientes y fitoplancton del sur del Golfo de México (**Sección 4.2.1.6.3** y **4.2.2.1.2**), las mayores abundancias de ictioplancton se han encontrado en las zonas costeras (Sanvicente-Añorve *et al*. 2000) y la abundancia de ictioplancton disminuye gradualmente desde la costa hasta la plataforma media y la zona oceánica. Herzka *et al*. (2016) observaron las mayores abundancias de larvas en la Sonda de Campeche y las más bajas en la región de aguas abiertas del Golfo.

La mayoría de los huevos y larvas de peces flotan, ocupando la zona fótica donde el alimento es abundante. Durante los estadios larvales, las especies que en sus fases adultas están en las surgencias costeras, típicamente se distribuyen en las aguas superficiales (hasta 30 m de profundidad); mientras que las especies que en sus fases

adultas están en aguas oceánicas, se distribuyen en aguas profundas (hasta aproximadamente 50 m de profundidad; Flores-Coto *et al*. 2009). El ictioplancton presenta migraciones verticales diurnas en la columna de agua (Lampert 1989).

El ictioplancton tiene una función muy importante en las redes tróficas marinas y es el principal mecanismo de dispersión y reclutamiento para mantener las pesquerías. El intercambio de larvas de ictioplancton a través de escalas espaciales también funge como un importante mecanismo de transferencia de energía dentro de los ecosistemas marinos (Levin 2005). Por esta razón, la densidad y diversidad del plancton fueron reconocidas como factores importantes cuando se establecieron las RMP del Golfo de México (ver **Sección 4.2.2.3**)**.** La RMP Giro Tamaulipeco, ubicada a 100 km del Área Contractual, se reconoce por su elevada biodiversidad con respecto al fitoplancton, zooplancton, peces, aves residentes y migratorias (CONABIO 2017j).

Dentro de las limitaciones de los métodos aplicados, no se encontraron especies de peces en las muestras de ictioplancton que estuvieran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN y/o las especies listadas en la CITES. Sin embargo, es importante mencionar que el ictioplancton se identificó hasta el mínimo nivel taxonómico posible (orden, familia, género, especie), con base en caracteres merísticos y morfométricos que permiten la identificación taxonómica del ictioplancton en el laboratorio. Además, en muchos casos el estado actual de la ciencia no permite distinguir el ictioplancton a nivel de especie debido a las similitudes que comparten las especies dentro de una misma familia en los estadios larvarios.

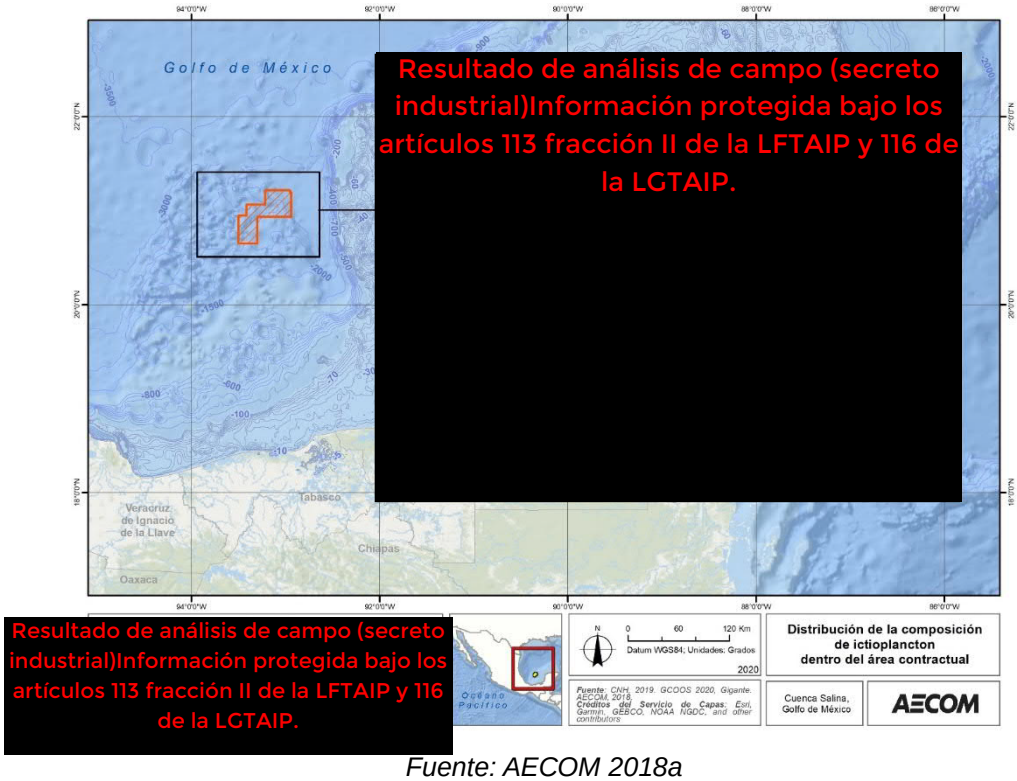
Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.2.2.1.2.1 Abundancia, densidad y distribución

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

La variabilidad en la densidad y la diversidad taxonómica observada en las muestras de ictioplancton puede ser una consecuencia de la hora del día en que se recolectaron las muestras. Las mayores densidades se observaron en muestras recolectadas durante la noche. Otros factores que pueden influir en las diferencias en la estructura de la comunidad de ictioplancton incluyen: a) la naturaleza oligotrófica del sur del Golfo de México, b) la época del año en que se recolectaron las muestras, c) la influencia costera, d) la dinámica oceánica, o e) muy probablemente una combinación de estos factores. Los resultados de la campaña del Estudio de LBA se consideran representativos de la línea de base para el sur del Golfo de México.

Figura 4-49. Composición de ictioplancton en el Área Contractual



Fuente: AECOM 2018a

4.2.2.2.1.2.2 Riqueza de especies y biodiversidad

La riqueza de especies varió entre 17 y 58 en las estaciones, con un valor promedio de 34 especies por estación. El valor promedio para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue de 3.01, que es similar a estudios previos en los ambientes pelágicos del Golfo de México, que oscilaba entre 1.9 y 3.4 (García-Córdova 2011, Houde *et al*. 1979). Los individuos se encontraron distribuidos de forma equitativa, lo que resultó en puntajes de uniformidad que variaron de 0.513 a 0.771 en todas las estaciones de muestreo y estuvieron dominados por los órdenes Myctophiforme (33.1%), Perciforme (31.9%) y Stomiiforme (19.0%). Los órdenes Perciforme, Stomiiforme, Aulopiforme, Pleuronectiforme y Myctiforme estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo (**Figura 4-49**).

4.2.2.2.1.3 Bacteria

Las bacterias heterotróficas (BH) están presentes en el sedimento y en las aguas marinas junto con las bacterias degradadoras de hidrocarburos (BDH), las cuales juegan un papel importante en la oxidación y la descomposición de los compuestos del petróleo en aguas marinas y sedimentos a través de procesos de oxidación-reducción. En condiciones con baja exposición a hidrocarburos, constituyen un pequeño porcentaje, de 0.1% a 1% de la población total de bacterias. En ambientes marinos, el metabolismo oxidativo de las BDH está limitado principalmente por la disponibilidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo), los niveles de oxígeno disuelto y la temperatura (Roubal y Atlas 1978).

La densidad bacteriana y la biomasa en los sedimentos de aguas profundas en el Golfo de México han sido exhaustivamente documentadas a través de estudios asociados con el programa Bentos del Golfo Profundo de México (DGoMB, por sus siglas en inglés) de la Oficina de Gestión de Energía Oceánica de los Estados Unidos (Byrnes *et al*. 2017, Rowe y Kennicutt 2008). Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

como la biomasa disminuyeron consistentemente en función de la profundidad del sedimento. En función de la profundidad del agua, la biomasa también disminuyó constantemente, mientras que la densidad fue variable y sin correlación (Byrnes *et al*. 2017). La densidad no estuvo correlacionada porque los tamaños de las células fueron altamente variables y se correlacionaron positivamente con el flujo de partículas de carbono orgánico (Biggs *et al*. 2008), donde el aumento de la profundidad del agua impulsa la disminución del flujo de partículas de carbono orgánico con la distancia desde las áreas costeras y aguas más someras. Hasta la fecha, no se dispone de exámenes taxonómicos detallados de bacterias heterótrofas de aguas profundas para el Golfo de México (Byrnes *et al*. 2017); por lo tanto, ninguna investigación sobre la densidad bacteriana en el SAR está respaldada por investigaciones existentes.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.2.2.1.4 Fauna bentónica

La fauna marina que habita en el lecho marino puede ser clasificada en cuatro categorías con base en el tamaño de tamiz a través del que pasarán los organismos cuando sean separados del sedimento. Esas categorías son microbiota (microorganismos y protozoarios; organismos que pasan a través de un tamiz de 63 µm), meiofauna (también conocidos como meiobentos; organismos que pasan a través de un tamiz mayor de 63 µm), macrofauna (también llamada macrobentos o infauna; organismos que pasan a través de un tamiz de 2 mm y se retienen en un tamiz de 300 µm) y megafauna (organismos más grandes retenidos en un tamiz de 1 cm). A la fecha, menos del 50% de las especies de micro y meiofauna han sido descritas para el Golfo de México (Byrnes *et al*. 2017). Esta sección se enfoca en la comunidad infaunal meiobentónica en el Área Contractual, abarcando la densidad, composición y la uniformidad, así como identificando las áreas potencialmente sensibles, especies protegidas o especies endémicas.

La caracterización bentónica comprende tanto la revisión de escritorio de la literatura existente para caracterizar la comunidad bentónica a escala regional, como la campaña de campo para recopilar datos específicamente dentro del Área Contractual. Colectivamente, esta información fue utilizada para caracterizar las condiciones de línea base ambiental para la meiofauna y macrofauna encontrada dentro del SAR.

La biomasa, abundancia y composición de macrofauna registrada en el Área Contractual fue consistente con aquellas descritas como típicas para hábitats de aguas profundas bentónicas en la Cuenca Salina, con dominio de poliquetos y crustáceos. La composición meiofaunal también fue representativa del hábitat de mar profundo, con nematodos como parte de la fauna dominante, así como copépodos harpacticoides y poliquetos presentes.

4.2.2.2.1.4.1 Meiofauna bentónica

La meiofauna bentónica comprende protozoarios tales como los foraminíferos y una amplia gama de metazoos multicelulares. No se conoce muy bien la abundancia de foraminíferos vivos debido a la dificultad de distinguir entre células vivas de las conchas unicelulares no vivas (Bernhard *et al*. 2008), por ello, los foraminíferos son comúnmente examinados usando la densidad de célula y biomasa (para incluir organismos vivos y muertos). Las comunidades de foraminíferos en el Golfo de México son generalmente asociadas con masas de agua específicas, presentándose junto con los florecimientos (Sen Gupta *et al*. 1981), las emanaciones naturales de hidrocarburos (Sen Gupta y Aharon 1994) y los tapetes bacterianos (Sen Gupta *et al*. 1997). Bernhard *et al*. (2008) encontró una densidad promedio de foraminíferos en el Golfo de México es de 3.9×10^4 individuos/m^2. Los valores más altos (densidad 8.2×10^4 individuos/m^2 y biomasa 98.1 mg C/m^2) fueron asociados a una emanación de metano conocida (Bush Hill) a 548 m de profundidad. Similar a la distribución de las bacterias, la biomasa meiofaunal está inversamente correlacionada a la profundidad del agua, debido a que la variabilidad del tamaño de célula es impulsada por la disponibilidad de flujo de partículas de carbono orgánico (Byrnes *et al*. 2017), mientras que la densidad no.

La meiofauna metazoaria más abundante en el Golfo de México son los nematodos, los copépodos harpacticoides y los quinorrincos (Byrnes *et al*. 2017). La biomasa media fue de 43.4 mg C/m^2, variando de 157 mg C/m^2 en la pendiente continental hasta 3.5 mg C/m^2 en la planicie abisal, tanto la densidad como la biomasa decrecieron con la profundidad del agua (Baguley *et al*. 2008). Los nematodos y copépodos se distribuyen en un amplio intervalo de profundidades de agua, con distribuciones irregulares posiblemente asociadas con procesos estocásticos como la reproducción y el reclutamiento (Baguley *et al*. 2008). La ocurrencia generalizada de estos animales también puede corresponder con el transporte de ubicación específica de fuentes de alimentos desde la superficie o desde una zona elevada en la plataforma continental, donde los cambios en estas condiciones pueden tener un impacto positivo o negativo en las comunidades (Byrnes *et al*. 2017).

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 4-50. Porcentaje de los grupos taxonómicos de meiofauna presentes en el Área Contractual

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

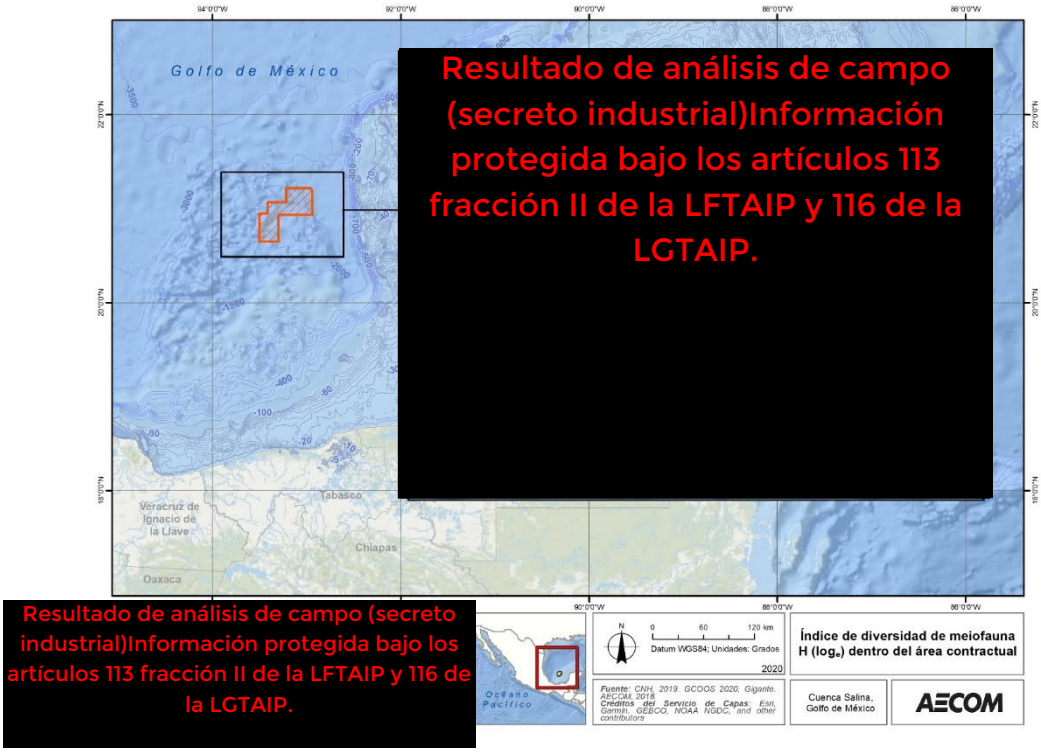
Fuente: AECOM 2018a

Se registraron 30 taxa diferentes en el Área Contractual. La riqueza de especies fue variable y varió de cero especies a un máximo de 13 especies, con un valor promedio de 3.5 especies por estación. No se observó un

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

La diversidad de Shannon-Wiener (H') tuvo un valor promedio de 1.00 dentro del Area Contractual y un rango de 0 a 2.51 (**Figura 4-51**).

Figura 4-51. Distribución espacial de la diversidad de Shannon-Wiener en el Área Contractual



Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Fuente: AECOM 2018a

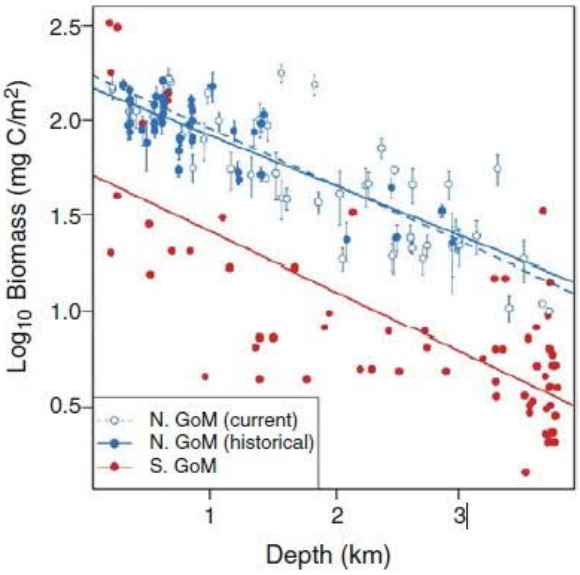
4.2.2.2.1.4.2 Macrofuana bentónica

A escala mundial, se ha demostrado que las asociaciones macrofaunales bentónicas de aguas profundas tienen una riqueza y diversidad de especies muy altas (Grassle y Maciolek 1992); mientras que la abundancia y la biomasa generalmente disminuyen a medida que aumenta la profundidad del agua (Wei *et al*. 2010). El tamaño del organismo macrofaunal también disminuye con la profundidad del agua, lo que se debe a la disminución de la disponibilidad de recursos alimenticios con la profundidad (Byrnes *et al*. 2017, Rowe 1983). Además de disminuir la biomasa y el tamaño con la profundidad, el sur del Golfo de México presenta valores de biomasa consistentemente más bajos que la porción norte (**Figura 4-52**; Byrnes *et al.* 2017).

Un estudio base importante para comparar con el SAR es el monitoreo continuo de las actividades petroleras en el Golfo de México (Monitoreo Continuo de la Actividad Petrolera en el Sur del Golfo de México) realizado por PEMEX. Se efectuaron varias expediciones para realizar estudios bentónicos detallados que se llevaron a cabo de 2001 a 2003. Se recolectaron datos en 68 estaciones de la Sonda de Campeche, con profundidades de agua que van de 15 m a 1,500 m alrededor de plataformas de explotación de petróleo (80 km al noroeste de la ciudad de Campeche). En estos estudios, las densidades de macrofauna fueron bajas, pero la diversidad fue alta (Domínguez-Castañedo *et al*. 2007). Además, la densidad disminuyó de este a oeste y las comunidades se correlacionaron con gradientes sedimentarios que iban desde arenas hasta lodos blandos y limosos. El Estudio de

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 4-52. Comparación de la biomasa de la macrofauna entre el norte y el sur del Golfo de México



Fuente: Byrnes et al. (2017)

Del mismo análisis de 68 estaciones en la Sonda de Campeche, con profundidades de agua que van de 15 m a 1,500 m, los taxa más abundantes fueron los poliquetos y los crustáceos (Domínguez-Castañedo *et al*. 2007). Durante el Estudio de LBA del Área Contractual, Polychaeta, Crustacea y Nematoda fueron los taxa más abundantes. Nemertea, Echinodermata, Porifera, Oligochaeta y Mollusca representaron el 25% del total de la abundancia (**Figura 4-53**). Estos hallazgos están respaldados por el trabajo de otros estudios en aguas profundas. Dichos hallazgos encontraron que los sedimentos marinos están dominados por gusanos poliquetos, crustáceos peracaridos y moluscos (Gage y Tyler 1991), mismos que son indicativos de los grupos de macrofauna encontrados en el SAR.

Figura 4-53. Porcentaje de los principales grupos taxonómicos identificados en el Área Contractual

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Fuente: AECOM 2018a

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

taxonómica macrobentónica fue muy variable entre las estaciones, con promedio de 8.2 especies por estación. La diversidad de Shannon-Wiener (H') tuvo un valor promedio de 1.89, con baja variabilidad entre estaciones (**Figura 4-54**). Las especies fueron similares a las observadas por Domínguez-Castañedo *et al*. (2007) en la Cuenca Salina, quienes encontraron que los taxa más abundantes fueron poliquetos y crustáceos, lo que sugiere que las especies encontradas en el Área Contractual son representativas de la Cuenca Salina y el SAR.

Figura 4-54. Distribución espacial de la Diversidad de Shannon-Wiener en el Área Contractual



Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Fuente: AECOM 2018a

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

4.2.2.2.2 Fauna marina – Megafauna

4.2.2.2.2.1 Peces

Las aguas mexicanas poseen 2,673 especies de peces, incluyendo 53 órdenes, 265 familias y 967 géneros (Espinosa *et al*. 2008). De estas, 1,137 especies se ubican en el Golfo de México (Sarukhán 2010). Los mapas de las especies presentes en el Golfo de México se presentan en el Anexo I del Estudio de LBA del Área Contractual.

La ecología de peces en la Sonda de Campeche, en la porción sur del SAR, está bien estudiada debido a su importancia para las pesquerías locales. Según López-Jiménez *et al.* (2014), al menos 193 especies de peces están presentes en el área, representadas por 24 órdenes, 80 familias y 138 géneros. Del mismo modo, Ramos y Miranda *et al.* (2010) reportaron un total de 356 especies para las aguas costa afuera del estado de Campeche. López-Jiménez *et al.* (2014) sugirieron que la mayoría de las especies en la Sonda de Campeche se concentran en estuarios y lagunas costeras y, por lo tanto, es probable que estas especies costeras no estén presentes dentro de las aguas más profundas del Área Contractual.

Por el contrario, los hábitats de aguas profundas del SAR en el Golfo de México no están bien estudiados. Bangma y Haedrich (2008) identificaron las aguas profundas de la parte central del Golfo de México como las de mayor abundancia, biomasa y riqueza de especies (140 especies), en comparación con ambientes similares y regiones

oceánicas adyacentes y reportaron que las aguas profundas del Golfo de México exhiben 7.1% de endemismo. Debido a la falta de datos específicos de peces en el área, se consultó la FishBase para desarrollar una lista de especies de peces con presencia potencial en el Área Contractual en función de los tipos de hábitat y las profundidades de agua disponibles. Estos datos se resumen en la **Tabla 4-15**, que identifica el número de especies reportadas que utilizan los tipos de hábitat específicos del Golfo de México e identifica la presencia de cada tipo de hábitat dentro del SAR.

Tabla 4-15. Número de especies de peces en el Golfo de México por tipo de hábitat según lo reportado por FishBase

Categorías de Preferencia de Hábitat	Descripción del Hábitat	Número de Especies Reportadas	Presencia del Hábitat en el Área Contractual (Sí/No)
Asociados a arrecifes	Donde las especies viven y se alimentan en o cerca de los arrecifes de coral (donde un arrecife se considera una característica altamente resistente a las olas, cuya superficie superior está de 0 m a 20 m de la superficie del océano).	387	No
Demersal	Donde las especies viven y se alimentan en el fondo en aguas de menos de 200 m de profundidad.	259	No
Batipelágico	Especies que viven y se alimentan desde 200 m hasta el fondo y, por lo tanto, ocupan las zonas mesopelágicas, batipelágicas y abisopelágicas.	162	Sí
Batidemersal	Donde las especies viven y se alimentan en el fondo por debajo de 200 m.	130	Sí
Bentopelágico	Donde las especies viven y se alimentan cerca del fondo, así como en las matronas o cerca de la superficie.	70	Sí
Oceánico-pelágico	En FishBase, este término se usa para incluir especies que viven y se alimentan en la superficie o en el agua media en los 0 m a 200 m superiores de la columna de agua. Perteneciente al océano abierto más allá de la plataforma continental.	68	Sí
Nerítico-pelágico	Donde las especies viven y se alimentan en la zona pelágica poco profunda de las plataformas continentales y/o las aguas tienen una profundidad <200 m en las áreas de las pendientes submarinas costeras.	52	No

Fuente: FishBase 2017

Resultado de análisis de campo (secreto industrial)Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Otras especies batipelágicas, batidemersales, bentopelágicas y oceánico-pelágicas del Golfo de México, clasificadas como en riesgo o bajo alguna categoría de protección, se identifican en la **Tabla 4-16**.

Tabla 4-16. Especies de peces batipelágicos, batidemersales, bentopelágicos y oceánico-pelágicos del Golfo de México listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y/o la Lista Roja de la IUCN

Especies	Nombre común	Familia	Hábitat	Estado	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
Aetobatus narinari	Raya águila	Myliobatidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	NT
Alopias superciliosus	Tiburón zorro ojón	Alopiidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Alopias vulpinus	Tiburón zorro	Alopiidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Carcharhinus longimanus	Tiburón oceánico	Carcharhinidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	Apéndice II	VU
Carcharhinus plumbeus	Tiburón aleta de cartón	Carcharhinidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	VU
Carcharhinus signatus	Tiburón nocturno	Carcharhinidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	VU
Carcharodon carcharias	Tiburón blanco	Lamnidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	Amenazada	Apéndice II	VU
Cetorhinus maximus	Tiburón peregrino	Cetorhinidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	Amenazada	Apéndice II	VU
Dalatias licha	Tiburón carocho	Dalatiidae	Batidemersal	Nativo	--	--	NT
Fundulus jenkinsi	Sardiñina del Bravo	Fundulidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	VU
Galeocerdo cuvier	Tiburón tigre	Carcharhinidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	NT
Heptranchias perlo	Tiburón de siete branquias	Hexanchidae	Batidemersal	Nativo	--	--	NT
Hexanchus griseus	Tiburón de seis branquias	Hexanchidae	Batidemersal	Nativo	--	--	NT
Hydrolagus mirabilis	Quimera ojón	Chimaeridae	Batidemersal	Nativo	--	--	NT
Isurus oxyrinchus	Tiburón mako	Lamnidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Kajikia albida	Marlín blanco	Istiophoridae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Makaira nigricans	Marlín azul	Istiophoridae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Mola mola	Mola	Molidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Pomatomus saltatrix	Anjova	Pomatomidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	VU
Prionace glauca	Tiburón azul	Carcharhinidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	NT
Pristis perotteti	Catanuda	Pristidae	Bentopelágico	Nativo	--	Apéndice I	NT
Rhincodon typus	Tiburón ballena	Rhincodontidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	Amenazada	Apéndice II	EN
Rhinoptera bonasus	Raya gavilán cubanito	Myliobatidae	Bentopelágico	Nativo	--	--	NT
Sphyrna lewini	Cornuda común	Sphyrnidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	Apéndice II	EN
Sphyrna mokarran	Cornuda gigante	Sphyrnidae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	Apéndice II	EN
Thunnus albacares	Atún aleta amarilla	Scombridae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	NT
Thunnus thynnus	Atún aleta azul	Scombridae	Oceánico-Pelágico	Nativo	--	--	EN

Se incluyen las categorías de la IUCN: En Peligro Crítico (CR), En Peligro de Extinción (EN), Vulnerable (VU) y Amenazadas (NT).

Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010, Convención de Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción (CITES) y Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

4.2.2.2.2.1.1 Estado de conservación de las especies de peces en el Golfo de México

Tres especies del Golfo de México están en la categoría de Amenazadas (A) de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la categoría de riesgo con base en las siguientes definiciones (SEMARNAT 2010):

- **Categoría E:** Se define como "Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano".
- **Categoría P:** Se define como "Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros".
- **Categoría Pr:** Se define como "Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas".
- **Categoría A:** Se define como "Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones".

Las tres especies mencionadas, se asocian con hábitats que existen en el Área Contractual o en el SAR extendido. Todas son especies de tiburones pelágicos-oceánicos que están en la categoría de riesgo definida como Categoría A, e incluyen:

- **Tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*):** El primer avistamiento informado de un tiburón peregrino en el Golfo de México ocurrió en 1969 (Springer y Gilbert 1976). Se han producido avistamientos adicionales en el Golfo de México, principalmente en la costa de Florida (Hoffmayer *et al*. 2011). Como planctívoro, a menudo nada cerca de la superficie, lo que lo hace propenso a choques de barcos o a quedar atrapado en equipos de pesca (IUCN 2017).
- **Gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*):** El gran tiburón blanco ocupa una gama cosmopolita en la mayoría de los mares y océanos con concentraciones en aguas costeras templadas, incluido el Golfo de México (Curtis *et al*. 2014). En enero de 2014, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) anunció un nuevo conjunto de reglas que prohíben llevar a cualquier tiburón blanco, entero o en partes, especialmente las mandíbulas y las aletas, a puerto, incluso si son capturados accidentalmente (IUCN 2017).
- **Tiburón ballena (*Rhincodon typus*):** Los tiburones ballena se distribuye en hábitats costeros y oceánicos, son muy móviles y se pueden encontrar en todo el Golfo de México (Tyminski *et al*. 2015). Tienden a ser atrapados con equipos de pesca y son muy propensos a las colisiones con embarcaciones en las rutas marítimas (IUCN 2017). También son una especie focal para las industrias de turismo marino, especialmente en la Península de Yucatán.

La CITES es un tratado multilateral para proteger a las plantas y animales en peligro de extinción adoptado en 1963, y entró oficialmente en 1975. Es un acuerdo voluntario entre las naciones para reducir el comercio internacional de especies silvestres en peligro de extinción y amenazadas y asegurar que el comercio de plantas y animales no amenace su supervivencia. Desde 2013, los tiburones y las rayas están listados y protegidos a nivel mundial bajo la CITES. Estas especies de tiburón (zorro, grillo, sedoso, peregrino, ballena, gran tiburón blanco, oceánico, macarel, cornuda común, cornuda gigante, cornuda prieta) y rayas (manta diabla y manta raya) requieren de documentación CITES para su comercio internacional. La **Tabla 4-16** enlista las especies que probablemente se encuentren en el SAR. Las especies incluidas en el Apéndice I o en el Apéndice II de CITES se definen de la siguiente manera:

- "El Apéndice I incluye especies en peligro de extinción. El comercio de especímenes de estas especies solo está permitido en circunstancias excepcionales."
- "El Apéndice II incluye especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero en las que se debe controlar el comercio para evitar una utilización incompatible con su supervivencia." (CITES 1973).

El tiburón peregrino, el gran tiburón blanco y el tiburón ballena enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 también están protegidos bajo el Apéndice II de la CITES. Además, hay otras cuatro especies incluidas en la CITES que están asociadas con hábitats que existen en el Área Contractual y en el Golfo de México. Tres se enlistan en el Apéndice II y uno se lista en el Apéndice I (**Tabla 4-16**).

- **Tiburón oceánico (*Carcharhinus longimanus*):** incluido en el Apéndice II, esta especie es una de las especies de tiburón más difundidas, que abarca todos los océanos en aguas tropicales y subtropicales y se puede encontrar en todo el Golfo de México. La especie es una captura incidental común para las pesquerías, particularmente en redes de arrastre pelágica y palangre (IUCN 2017).
- **Cornuda común (*Sphyrna lewini*):** incluida en el Apéndice II, la especie se observa generalmente en aguas costeras y en plataformas continentales, pero también puede encontrarse en aguas profundas adyacentes. Se distribuye comúnmente en el Golfo de México y ha sido objetivo del comercio de aletas de tiburón (NOAA 2015).
- **Cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*):** incluida en el Apéndice II, la especie se observa generalmente en aguas costeras y en plataformas continentales, pero también puede encontrarse en aguas profundas adyacentes (NOAA 2015). La especie se distribuye comúnmente en el Golfo de México, es a menudo un producto de la captura incidental en pesquerías artesanales y de pequeña escala, pesquerías de palangre, redes de enmalle y pesquerías similares (IUCN 2017).
- **Catanuda (*Pristis perotteti*):** incluida en el Apéndice I, la especie está presente en el Golfo de México, pero debido a que las poblaciones están generalmente restringidas a aguas costeras, estuarinas y aguas poco profundas (menos de 10 m), no se espera que estén presentes en el Área Contractual (NOAA 2015, IUCN 2017).

A nivel mundial, la IUCN publica una lista de especies amenazadas y en peligro de extinción conocida como la Lista Roja de la IUCN. La IUCN es la principal autoridad sobre el estado de conservación de las especies a nivel mundial. Sobre la base de la Lista Roja de la IUCN, considerando solo las especies de peces batipelágicos, batidemersales, bentopelágicos y oceánico-pelágicos del Golfo de México, cuatro especies del Golfo de México se clasifican como En Peligro de Extinción (EN), 14 especies se identifican como Vulnerable (VU), nueve especies están identificadas como Amenazadas (NT), 262 especies están incluidas en la categoría de Preocupación Menor (LC) y 36 especies están listadas como Datos Deficientes (DD, IUCN 2017). La **Tabla 4-16** identifica solo las especies listadas como EN, VU y NT. Las versiones abreviadas de la definición de IUCN de En Peligro de Extinción, Vulnerable, Amenazada, Datos Deficientes y de Preocupación Menor son las siguientes (IUCN 2012):

- **En Peligro de Extinción:** Taxón que enfrenta un riesgo muy alto de extinción en la naturaleza.
- **Vulnerable:** Taxón que enfrenta un riesgo alto de extinción en la naturaleza.
- **Amenazada:** Taxón que no se clasifica actualmente como En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a calificar o es probable que califique para una categoría amenazada en un futuro cercano.
- **Preocupación Menor:** Taxón que no se clasifica como En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Amenazado. Los taxones extensos y abundantes se incluyen en esta categoría.
- **Datos Deficientes:** Un taxón es deficiente en datos cuando existe información inadecuada para realizar una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción en función de su distribución y/o estado de su población.

Todas las especies con categoría En Peligro de Extinción en la Lista Roja de la IUCN en la **Tabla 4-16** también se enlistan en CITES o en la NOM-059-SEMARNAT-2010, excepto el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*). Esta especie es una especie pelágica oceánica que desova en el Golfo de México desde mediados de abril hasta principios de

junio. Es una especie muy apreciada para los mercados japoneses de sashimi, que ha llevado a la sobrepesca tanto en el Atlántico oriental como en el occidental (IUCN 2017).

4.2.2.2.2.1.2 Áreas de importancia para la conservación de los peces en el Golfo de México

Las comunidades de arrecifes de coral de aguas cálidas son conocidas por su alta biodiversidad de peces y muchas tienen un estatus de protección (González-Gándara *et al*. 2013). De manera similar, los humedales costeros son hábitats importantes para los viveros de peces (Robertson *et al*. 2016). Los arrecifes de coral de aguas cálidas más cercanos se ubican a 93 km del Área Contractual dentro del Sistema Arrecifal Banco de Campeche. Así mismo existe un registro de corales profundos dentro del Área Contractual y otro a 29 km al este de la misma (octocorales; Etnoyer 2009). Por otro lado, los humedales costeros más cercanos se ubican a 235 km al sureste (Laguna de Términos) y a 237 km al sureste (Pantanos de Centla) del Área Contractual y, por lo tanto, no se tratan en detalle en esta sección. Se proporciona más información sobre estas áreas en la **Sección 4.2.2.3**, así como información sobre otros hábitats importantes, tales como pastos marinos, montes submarinos y montículos.

Las instalaciones de la industria de hidrocarburos proporcionan hábitats similares a los arrecifes que aumentan la diversidad de peces en áreas que de otro modo podrían ser hábitats pelágicos de baja diversidad. Mikkola (2016) observó un aumento en los índices de crecimiento y supervivencia de los peces asociados con estos tipos de estructuras submarinas; actuando como un atractivo visual para los organismos, ofrece refugio para la protección de los depredadores y proporciona un sustrato sólido para el desove. Las plataformas de los campos de petroleros costa afuera de la Sonda de Campeche proporcionan este tipo de estructura. Robertson *et al*. (2016) estudiaron una plataforma ubicada en el extremo norte de un gran complejo de varios cientos de plataformas y reportaron la presencia de 162 especies de peces de 41 familias. El Área Contractual se ubica aproximadamente a 120 km de los campos petroleros de la Sonda de Campeche (donde están las plataformas más cercanas).

La CONABIO ha establecido 70 RMP costeras y oceánicas. Estas regiones se han identificado y caracterizado en función de su alta diversidad biológica, el uso de los recursos naturales en el área o la falta de datos sobre la diversidad (CONABIO 2017b). Las descripciones de las ocho RMP más cercanas, relevantes para los peces en el SAR se presentan en la **Tabla 4-17**, se proporciona un mapa de sus ubicaciones en la **Figura 4-55**.

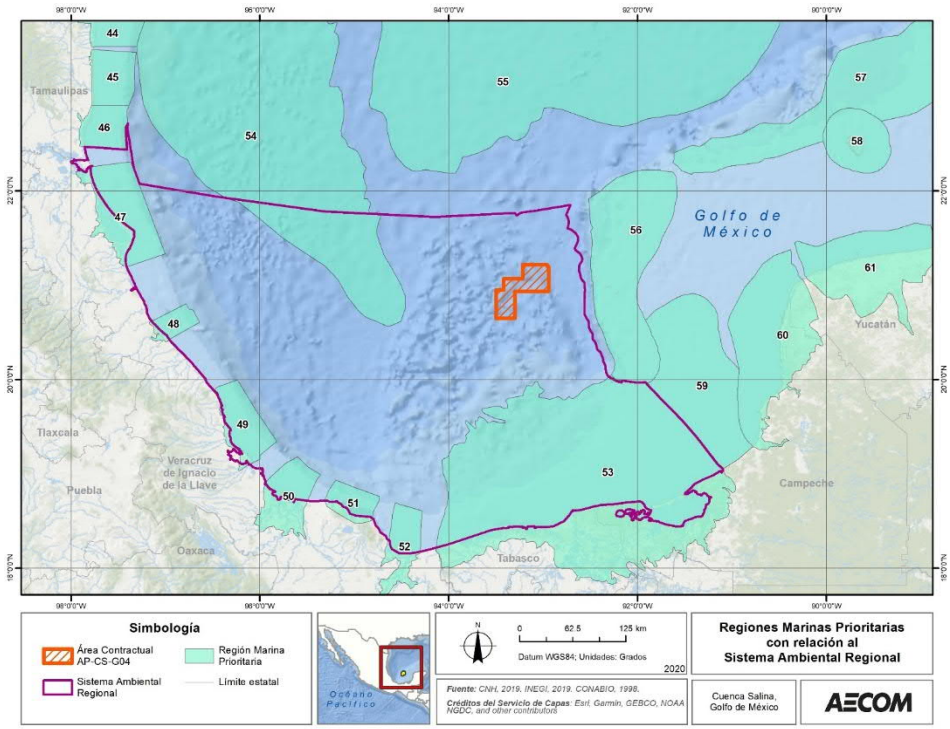
Tabla 4-17. RMP de importancia para los peces en el SAR

Código	Región Marina Prioritaria	Motivo de designación (CONABIO 2017b)
47	Pueblo Viejo - Tamiahua	Se localiza a 367 km al oeste del Área Contractual y comprende lagunas costeras y dunas, playas, arrecifes, marismas, estuarios y pantanos. Es considerada como un área con alta biodiversidad bajo amenaza potencial, siendo un hábitat para gusanos poliquetos, crustáceos, peces, tortugas, aves y mamíferos. Incluye tanto manglares como una múltiple variedad de especies de plantas endémicas. Esta RMP contiene hábitats para especies migración, cría y anidación para especies de tortugas, aves y peces. La pesca comercial en el RMP cosecha ostras, róbalo, sábalo y lisa (CONABIO 2017d)
48	Tecolutla	Se ubica a 329 km al oeste del Área Contractual, es conocida por su biodiversidad y comprende lagunas costeras, marismas y estuarios. Proporciona un hábitat crítico para crustáceos, peces, tortugas, aves migratorias, así como para comunidades de plantas acuáticas, incluyendo humedales y manglares en buen estado de conservación. Se reportan especies endémicas de peces y es considerada un hábitat crítico de cría y alimentación para el delfín nariz de botella y un hábitat de cría para tortugas. La pesca comercial es primordialmente de ostras (CONABIO 2017e).
49	Laguna Verde – Antón Lizardo	Se sitúa a 283 km al suroeste del Área Contractual y se considera un hotspot de biodiversidad, compuesta de humedales, hábitats oceánicos, estuarios, marismas y bahías. Constituye un corredor migratorio para aves de presa e incluye un hábitat crítico para camarones y peces. Las especies endémicas incluyen al robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y el lenguado veracruzano (*Citharichthys abbotti*); moluscos como la ostra oriental (*Cassostrea virginica*) y

Código	Región Marina Prioritaria	Motivo de designación (CONABIO 2017b)
		diferentes especies de plantas. La pesca comercial incluye ostras, lisa, róbalo y cangrejo azul (CONABIO 2017f).
50	Sistema Lagunar Alvarado	Está aproximadamente a 268 km al suroeste del Área Contractual y está comprendida por lagunas, pantanos, ríos, zonas oceánicas, marismas, estuarios y dunas costeras. Es conocida por su biodiversidad, ya que alberga aproximadamente 82 especies de peces, cinco especies de anfibios, 15 especies de mamíferos, 26 especies de crustáceos, 38 especies de moluscos, así como gusanos poliquetos, tortugas y aves. El hábitat crítico incluye manglares y comunidades de vegetación acuática/subacuática. Algunas especies de crustáceos, moluscos, plantas y peces son endémicas, y varias especies usan las lagunas como un área de cría. Las especies comerciales son el camarón, róbalo y cangrejo azul (CONABIO 2017g).
51	Los Tuxtlas	Se ubica a 246 km al suroeste del Área Contractual y se caracteriza por la presencia de acantilados, lagunas costeras, humedales, dunas y arrecifes. Es conocida por su biodiversidad de fitoplancton, zooplancton, crustáceos y peces. Los manglares y los pastos marinos comprenden un hábitat clave. Esta RMP es conocida como un área de cría para peces, incluyendo el plateadito de La Palma (*Atherinella ammophila*), el plateadito de Eyipantla (*Atherinella marvelae*), la mojarra (*Cichlasoma aureum*), el guatopote manchado (*Heterandria bimaculata*), el juil descolorido (*Rhamdia guatemalensis*) y el almirante del hule (*Rivulus tenuis;* CONABIO 2017h).
52	Delta del Río Coatzacoalcos	Se localiza a 241 km al suroeste del Área Contractual y se caracteriza por su alta diversidad de poliquetos (Paraprionospio pinnata, Strebolospio benedicti, Mediomastus californiensis, Pisione remota, Parandelia vivannae, Glycinde solitaria, Paranois fulgens, Phyllodoce, Anaitides arenae, Parahesione luteola, Sigambra grubii y Hemipodus roeus), moluscos (Chione infundibuliformis) y peces (Dorosoma anale, Ictalurus meridionalis, Bagre marinus, Arius felis, A. Melanopus, Centropomus parallelus, Selene vomer, Diapterus rhombeus, Stellifer lanceolatus, Bairdiella chrysoura, Citharichthys spilopterus, Trinectes maculatus y Achirus lineatus). Los humedales presentes son un ecosistema importante para aves residentes y migratorias y, los manglares son conocidos como un hábitat importante para el manatí (Trichechus manatus; CONABIO 2017i).
53	Pantanos de Centla-Laguna de Términos	Se sitúa a 78 km al sur del Área Contractual y es el hogar de peces endémicos como el pez aguja maya (*Strongylura hubbsi*) y el pez sapo mexicano (*Batrachoides goldmani*). El área es un importante campo de pesca recreativo y comercial de ostras, cangrejos, camarones, moluscos, algas y peces (CONABIO 2017j).
54	Giro Tamaulipeco	Está aproximadamente a 100 km al oeste del Área Contractual y representa una importante zona de pesca comercial ya que contiene una alta diversidad de peces. En estas aguas se realiza la pesca internacional de atún, tiburones y sardinas (CONABIO 2017k).

Fuente: CONABIO 2017a

Figura 4-55. RMP de importancia para los peces en el SAR



Fuente: AECOM 2018a

La CONABIO también define los SPM como áreas más pequeñas delimitadas dentro de las RMP; actualmente hay un total de 105 sitios designados (CONABIO 2018); 22 de éstos se ubican en el Golfo de México (17 costeros y 5 costa afuera). Estos sitios son importantes porque albergan una alta biodiversidad marina, incluidas especies endémicas, y suelen ser sitios importantes para la reproducción, anidación, reposo y alimentación de muchas especies marinas. Las descripciones de los 13 SPM importantes para los peces dentro del SAR se presentan en la **Tabla 4-18**, en la que se describe la relevancia de cada uno, así como la distancia desde el Área Contractual.

El nivel de prioridad, "Importante", "Muy importante" y "Extremadamente importante", según lo define CONABIO, con base en el valor ambiental del sitio y su biodiversidad, así como en el nivel de impacto y las amenazas de éste. En la **Figura 4-56** se muestra la ubicación de los 13 SPM.

Tabla 4-18. SPM de importancia para los peces en el SAR

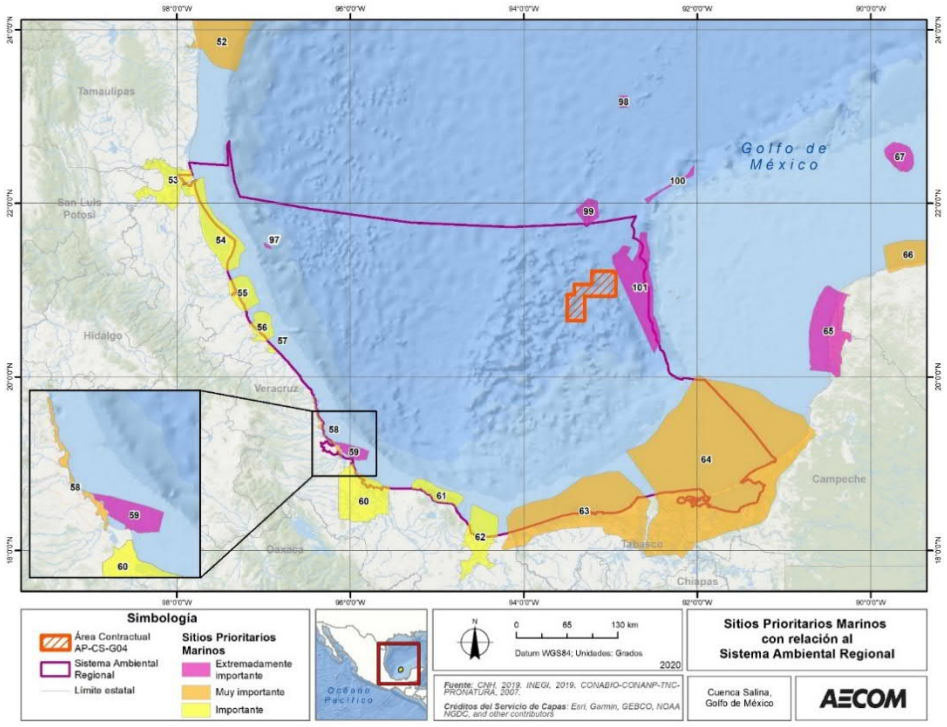
Código	Sitio Prioritario Marino	Prioridad	Criterio de designación (CONABIO 2007)
53	Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas	Importante	Está conformado por lagunas y vegetación halófila, en donde habitan numerosas especies de aves y representa un importante sitio de pesca comercial de crustáceos, moluscos y peces (*Mugil cephalus;* CONABIO 2008g)
54	Lagunas Pueblo Viejo - Tamiahua	Importante	Funciona como un sitio de cría para moluscos bivalvos y gambas (por ejemplo, *Penaeus* sp.), así como hábitat para aproximadamente 100 especies diferentes de peces (CONABIO 2008k).
55	Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan	Importante	Se caracteriza por tener 31 especies reportadas de corales pétreos (Scleractinia) así como 250 especies de peces, 25 especies de moluscos, más de 60 especies de crustáceos y 100 especies de algas. Las especies “bandera” son el coral cuerno

Código	Sitio Prioritario Marino	Prioridad	Criterio de designación (CONABIO 2007)
			de alce (*Acropora palmata*), el coral dedo de corcho (*Briareum asbestinum*), el coral de dedos (*Porites porites*), la langosta del Caribe (*Panulirus argus*) y el casco real (*Cassis madagascariensis;* CONABIO 2008h).
56	Humedales Costeros del Río Tecolutla – Bajos del Negro	Importante	Incluye zonas oceánicas, ríos, estuarios y playas, así como manglares conservados, humedales y dunas. Se caracteriza por su diversidad de peces, tortugas, aves, mamíferos y crustáceos, principalmente el mascarita de Altamira (*Geothlypis flaveolata*) y la especie "bandera" tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*). Es considerado como un hábitat de cría importante para peces, tortugas, tiburones y delfines (CONABIO 2008f).
57	Ciénega del Fuerte de Anaya – Río Nautla	Importante	Está compuesto en su mayor parte por manglares (rojos y blancos) y lagunas, y corresponde a un hábitat de cría, alimentación y anidación para peces, así como para el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y la nutria de río (*Lontra longicaudis;* CONABIO 2008c).
58	Humedales Costeros del Centro de Veracruz	Importante	Es un sitio importante para la anidación del charrán mínimo (*Sterna antillarum*) y, en general, un hábitat para aproximadamente 236 especies de aves neotropicales migratorias y un corredor migratorio para las aves de presa. Sus áreas pantanosas forman sitios de anidación para cocodrilos (CONABIO 2008e).
59	Sistema Arrecifal Veracruzano	De extrema importancia	Hábitat de aproximadamente 122 especies de algas rojas, 70 especies de algas verdes, 47 especies de esponjas, 84 especies de moluscos, 140 especies de crustáceos, 256 especies de peces, 10 especies de reptiles y 81 especies de aves (CONABIO 2008m).
60	Sistema Lagunar de Alvarado	Importante	Ofrece un hábitat de cría, refugio y alimentación para camarones, cangrejos y lubinas. También ofrece una barrera contra mareas extremas, inundaciones y erosión de la costa (CONABIO 2008b).
61	Plataforma Continental Frente a los Tuxtlas	Importante	Está caracterizado por lagunas costeras, humedales, dunas y arrecifes. El fitoplancton, el zooplancton y los crustáceos están entre las especies clave presentes en comunidades de coral y pastos marinos. También es un hábitat importante para cría de peces (CONABIO 2008l).
62	Cuenca Baja y Delta del Río Coatzacoalcos	Importante	Se caracteriza por manglares, playas, rizomas, tulares, humedales, pantanos, ríos y lagunas, y es conocido por sus poblaciones de aves y poliquetos. El 13% de las especies presentes en este sitio son endémicas (CONABIO 2008d).
63	Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco	Muy importante	Está representado por comunidades de algas, marismas, playas, lagunas costeras, estuarios, dunas costeras, bosques tropicales inundables, bosques altos, tular, carrizos, palmares inundables, rizomas y matorrales espinosos. Sus manglares y pastos marinos sirven como un hábitat de cría clave para peces, crustáceos, aves, mamíferos (manatíes) e invertebrados (CONABIO 2008i).
64	Laguna de Términos	Muy importante	El área es rica en manglares y pastos marinos y alberga una gran variedad de especies endémicas y una alta biodiversidad. El Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos se considera en peligro crítico de extinción (CONABIO 2008j).

Código	Sitio Prioritario Marino	Prioridad	Criterio de designación (CONABIO 2007)
97	Arrecife Profundo de Cabo Rojo	De extrema importancia	Es uno de los pocos arrecifes profundos del Golfo de México. Presenta una alta biodiversidad y disponibilidad de servicios ambientales. Alberga colonias de *Lophelia pertusa* localizadas entre los 300 y 500 m de profundidad y especies bandera de esponjas, equinodermos, crustáceos y peces asociados a corales. Esta zona también es de interés para la arqueología subacuática (CONABIO 2008a).

Fuente: AECOM 2018a

Figura 4-56. SPM en el Golfo de México



Fuente: CONABIO 2018

4.2.2.2.2.2 Reptiles (tortugas marinas)

En el Golfo de México se han registrado cinco especies de tortugas marinas (Spotila 2004, Valverde y Rouse 2017): *Dermochelys coriacea* (Tortuga Laúd), *Caretta caretta* (Tortuga Caguama), *Eretmochelys imbricata* (Tortuga Carey), *Lepidochelys kempii* (Tortuga Lora), y *Chelonia mydas* (Tortuga Verde). Estas cinco especies se distribuyen en hábitats costeros y mar adentro en el Golfo de México, incluyendo el sur del Golfo y el Área Contractual. La **Tabla 4-19** presenta un resumen de las cinco especies de tortugas marinas del Golfo de México, y la **Tabla 4-20** presenta una descripción de cada una de ellas.

Tabla 4-19. Especies de tortugas documentadas en el SAR

Nombre Común	Nombre Científico	Estado (IUCN/ NOM-059)	Abundancia1	Tendencia Poblacional	Densidad de Población1	Hábitat Preferido	Temporada/Uso
Verde	Chelonia mydas	EN, P	2,570 (GoM, Mx; 1993-2002)	Variable/Estática	10 a 999	Costa hasta océano profundo	YR/juveniles; Primavera-Verano/hembras anidadoras
Caguama	Caretta caretta	VU, P	323-634 (North GoM; 2001-2010)	Variable/Estática	<10	Costa hasta océano profundo	YR/juveniles; Primavera-Verano/hembras anidadoras
Carey	Eretmochelys imbricata	CR, P	1,200 (GoM MX; 2001)	Variable/Estática	<10	Costa hasta océano profundo	YR/juveniles; Primavera-Verano/hembras anidadoras
Lora	Lepidochelys kempii	CR, P	8,500 (Rancho Nuevo, MX; 2009)	Creciente	10 a > 10,000	Costa hasta océano profundo	YR/juveniles; Primavera-Verano/hembras anidadoras
Laúd	Dermochelys coriacea	VU, P	Pequeño, desconocido	Creciente	<10	Costa hasta océano profundo	YR/juveniles; Primavera-Verano/hembras anidadoras

Abreviaturas/Definiciones: GoM: Golfo de México; IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ; IUCN Lista Roja de Estatus de Especies Amenazadas: DD – Datos Deficientes, LC –Menor Preocupación, VU – Vulnerable, EN – Amenazadas, CR – Peligro Crítico de extinción; SEMARNAT Listado de Especies Protegidas: Pr – Sujeto a Protección Especial, P – En Peligro de Extinción; ladera, ladera elevada, pendiente superior y aguas poco profundas =<800 m profundidad; océano profundo =>800 m profundidad; YR: Todo el Año.
1Estimaciones de Abundancia y Densidad basadas en el número de hembras anidando

Fuente: Heppell et al. 2005, Guzmán-Hernández et al. 2006, Xavier et al. 2006, Tucker 2010, BOEM 2017, Valverde y Rouse 2017

Tabla 4-20. Características generales de las tortugas marinas documentadas en el SAR (Sur de México)

Tortuga Verde (*Chelonia mydas*)	
Ilustración 4-1. Tortuga verde  *Fuente: NOAA 2018c*	Se distribuye ampliamente por toda la costa y las aguas insulares, con fronteras latitudinales debido al desplazamiento estacional de las isotermas de 20°C (Márquez 2004). Los adultos se ubican comúnmente en aguas someras costeras y en lechos de pastos marinos. Existen registros de esta especie fuera de estas áreas, pero corresponden a registros de individuos solitarios fuera de la época reproductiva (Márquez 2004). Se han documentado grandes migraciones de esta especie entre las áreas de alimentación y las de reproducción (Márquez 2004). La tortuga verde se alimenta principalmente de algas y pastos marinos (NOAA 2018c). En el Golfo de México, la tortuga verde anida de mayo a septiembre con un pico entre junio y agosto (Márquez 2004). Con excepción del estado de Tabasco, la tortuga verde anida en playas ubicadas en cada estado de la línea de costa del Golfo de México y el Caribe (**Figura 4-57**). Las crías emergen del nido aproximadamente cuatro días después de la eclosión promovido por la temperatura de la arena (Godfrey y Mrosovsky 1997). Estas entran en el mar y se dispersan en el océano abierto, donde se desarrollan (Witherington *et al.* 2006). Durante esta etapa, buscan áreas de convergencia, líneas de deriva y sargazo, en donde pasan tiempo desarrollándose antes de regresar a la zona nerítica, como juveniles, para continuar su desarrollo (Carr 1987, Bolten 2003, Witherington *et al.* 2006; Witherington *et al.* 2012).
Tortuga caguama (*Caretta caretta*)	
Ilustración 4-2. Tortuga caguama  *Fuente: NOAA 2018f*	Es una especie migratoria con un ciclo de vida complejo caracterizado por distintos estados juveniles que ocupan distintos hábitats, desde la zona oceánica hasta la zona nerítica. Los adultos migran hacia las playas de anidación (TEWG 2009) y se pueden encontrar en las aguas tropicales y subtropicales del mundo (CIT 2013). Es la especie más abundante de tortuga marina en el Golfo de México (Dodd 1988). La tortuga caguama se alimenta principalmente de moluscos y caracolas (NOAA 2018f). Con excepción del estado Tabasco, la tortuga caguama anida en playas ubicadas en todos los estados del Golfo de México y la costa del Caribe (Dodd 1988, CONANP 2011, Rose 2014; **Figura 4-57**). Los esfuerzos de conservación en México se han enfocado en proteger las playas de anidación, en particular a las hembras, sus huevos y las crías (CONANP 2011). Una vez que eclosionan, las crías de la tortuga caguama siguen una ruta de desarrollo similar a la de la tortuga verde, entrando al mar y dispersándose hacia el mar abierto, en donde se desarrollan (Witherington *et al.* 2006). También buscan áreas de convergencia, líneas de deriva y sargazo, regresando a la zona nerítica, como juveniles, para continuar su desarrollo (Carr 1987, Bolten 2003, Witherington *et al.* 2006, Witherington *et al.* 2012).

<table>
<tr><th colspan="2">Tortuga carey (Eretmochelys imbricata)</th></tr>
<tr><td>Ilustración 4-3. Tortuga carey
 
Fuente: NOAA 2018d</td><td>Generalmente habita en arrecifes de coral y áreas del lecho marino en aguas costeras, anidando y reproduciéndose entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio (Ogren et al. 1989). Las poblaciones más abundantes se ubican en el Mar Caribe y al oeste del Océano Atlántico. Aunque está en el Golfo de México, es la especie más rara de todas las especies de tortugas marinas de la región (Ogren et al. 1989). La tortuga carey se alimenta principalmente de algas, esponjas y otros invertebrados (NOAA 2018d). El periodo de anidación varía dependiendo de la región geográfica, pero en México ocurre entre abril y septiembre (Márquez 1996, Valverde y Rouse 2017). En México, las áreas de anidación de la tortuga carey se distribuyen en los estados de Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Figura 4-57). Una vez que eclosionan, las crías de la tortuga carey siguen una ruta similar de desarrollo a la de las tortugas verde y caguama, entrando en el mar y dispersándose hacia mar abierto, en donde se desarrollan (Witherington et al. 2006). También buscan áreas de convergencia, líneas de deriva y sargazo, en donde se desarrollan antes de regresar a la zona nerítica como juveniles y continuar su desarrollo (Carr 1987, Bolten 2003, Witherington et al. 2006, Witherington et al. 2012).</td></tr>
<tr><th colspan="2">Tortuga lora (Lepidochelys kempii)</th></tr>
<tr><td>Ilustración 4-4. Tortuga lora anidando
 
Fuente: NOAA 2018e</td><td>Puede encontrarse en todo el Golfo de México (Márquez 1994). Esta especie habita generalmente en regiones costeras poco profundas con fondos arenosos o lodosos, lechos de pastos marinos y en donde los crustáceos ofrecen una fuente abundante de alimento. Los juveniles han sido observados en bahías, lagunas costeras y estuarios al norte del Golfo de México y en la costa este de los Estados Unidos, mientras que los adultos se congregan cerca de importantes áreas de alimentación al oeste de Florida, la desembocadura del Río Mississippi y el Banco de Campeche (al sureste del Golfo de México) (Márquez 1994). La tortuga lora se alimenta principalmente de medusas, peces, cangrejos y moluscos (NOAA 2018e). En México, la reproducción ocurre entre marzo y julio, con la mayor abundancia de nidos entre el Río Soto La Marina y Punta Jerez, en Tamaulipas. Rancho Nuevo es un sitio importante en esa región ya que alberga hasta 8,000 nidos anualmente desde el año 2,000 (NOAA 2018e). Otros sitios de anidación menores se localizan a lo largo de la costa de los Estados Unidos, en la costa norte de Tamaulipas y, entre Cabo Rojo y Barra de Nautla, Veracruz (SEMARNAT 2011; Figura 4-57).</td></tr>
</table>

Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)	
Ilustración 4-5. Tortuga laúd  *Fuente: NOAA 2018g*	Es el único miembro de la Familia Dermochelyidae (Eckert *et al.* 2012). Ésta presente a lo largo del Golfo México y es la especie de reptil con más amplia distribución en el mundo (NMFS *et al.* 2011, Stewart y Johnson 2006). Sus individuos migran cientos de miles de kilómetros desde las áreas de alimentación a las playas de anidación, y esta especie se adapta mejor a aguas de temperaturas frías que otras tortugas marinas, lo que resulta en una distribución que incluye zonas templadas (Eckert y Sarti 1997, Stewart y Johnson 2006). En México, el monitoreo formal de los sitios de anidación de la tortuga laúd comenzó en 1995 (SEMARNAT 2012c). Como se muestra en la **Figura 4-57**, los principales sitios terrestres se limitan a los estados de Tamaulipas y Veracruz. La tortuga laúd se alimenta principalmente de animales de cuerpo blando tales como salpas, medusas y pirosomas (NOAA 2018g). Después de la eclosión, las tortugas laúd migran al océano y permanecen en el mar abierto por el resto de su vida, con excepción de las hembras que regresan a la costa para depositar sus huevos (Bolten 2003). En el mar abierto, forman grupos pequeños, cerca de remolinos, sistemas frontales marinos y áreas de surgencia, en donde son abundantes las medusas y otras presas (Márquez 2004).

Fuente: AECOM 2019

4.2.2.2.2.2.1 Distribución de las tortugas marinas en el Golfo de México

Se han descrito tres áreas en el Golfo de México como hábitats importantes para las tortugas marinas (NMFS *et al.* 2011):

- **Terrestre (áreas de anidación para las hembras y el desarrollo de los embriones):** Las tortugas marinas anidan en las playas costeras. Estos hábitats son críticos para la sobrevivencia de las tortugas.
- **Zona Nerítica Cerca de la Costa:** Las zonas costeras y neríticas incluyen bahías, estuarios, sondas y áreas de la plataforma continental hasta una profundidad de 200 m. Las tortugas marinas, con excepción de la tortuga laúd, permanecen en la zona nerítica durante las etapas juvenil y adulta.
- **Zona Oceánica:** Esta área incluye el mar abierto de la Cuenca Salina (incluyendo el Área Contractual), más allá de los 200 m de profundidad. Los adultos utilizan el mar abierto durante la migración y como un hábitat para el desarrollo en asociación con las comunidades de sargazo.

La presencia de tortugas marinas en el Golfo de México, incluyendo el SAR, varía estacionalmente. En el este del Golfo, la tortuga lora y la tortuga carey están todo el año (Teas 1993). La tortuga laúd está principalmente durante la primavera y el otoño, cuando ocurre la migración en la región hacia sus sitios de anidación en el sur del Golfo de México (Teas 1993). En el oeste del Golfo, los juveniles de la tortuga caguama, la tortuga verde y la tortuga lora están todo el año, mientras que las crías y juveniles de la tortuga carey se observan durante el verano y el otoño, cuando prevalecen las corrientes que los llevan a esta región. La tortuga laúd migra hacia el oeste del Golfo de México en primavera y otoño, durante la época de anidación (Teas 1993). En general, las abundancias de las tortugas marinas son mayores en el este del Golfo de México comparado con el oeste, quizá debido a la disponibilidad de hábitats (McDaniel 1998).

Históricamente, la mayor anidación de tortugas se ha observado a lo largo de la línea de costa al suroeste y noreste del Golfo de México (Valverde y Rouse 2017). En México, las cinco especies de tortugas anidan en playas a lo

largo del suroeste del Golfo de México, que rodea la Cuenca Salina (Hildebrand 1963, Sánchez-Pérez *et al.* 1989). La tortuga verde y la tortuga lora presentan las mayores abundancias de nidos en esta región, mientras que la tortuga carey y la tortuga laúd presentan las abundancias más bajas (Márquez 2004).

4.2.2.2.2.2.2 Especies protegidas y en categoría de riesgo de tortugas marinas del Golfo de México

Las poblaciones de tortugas marinas han declinado históricamente debido a una variedad de efectos naturales y antropogénicos, tanto directos como indirectos, tales como el cambio climático, la alteración del hábitat, la sobreexplotación, pérdida de hábitat para anidación y alimentación y, disminución de la calidad del agua y sedimento. Estos impactos han ocasionado una disminución en la abundancia general de las especies de tortugas y, como resultado, todas las especies que se ubican en la Cuenca Salina están listadas bajo la Categoría de Protección Especial (P) en la norma NOM 059-SEMARNAT-2010. De igual manera, en CITIES están listadas en el Apéndice I y en la Lista Roja de la IUCN se clasifican de la siguiente manera (IUCN 2017; **Sección 4.2.2.2.2.1** para las definiciones):

- La tortuga verde (*C. mydas*) se clasifica como en Peligro
- La tortuga caguama (*C. caretta*) se clasifica como Vulnerable
- La tortuga carey (*E. imbricata*) se clasifica como Críticamente Amenazada
- La tortuga lora (*L. kempii*) se clasifica como Críticamente Amenazada
- La tortuga laúd (*D. coriacea*) se clasifica como Vulnerable

4.2.2.2.2.2.3 Interés comercial

Las tortugas marinas en México fueron alguna vez, durante la época de la precolonización, un componente importante económico, nutricional y cultural de la vida de las comunidades costeras (Miller 1997). Tanto las tortugas como sus huevos fueron parte de la dieta diaria en las áreas costeras de México, especialmente *C. mydas*. La carne, la piel y el aceite de *C. mydas, C. caretta, L. kempii* y *E. imbricata* se vendían ampliamente en el sur del Golfo de México y las artesanías elaboradas con el caparazón tenían un alto valor comercial. Sin embargo, debido a la sobreexplotación, en 1970 las poblaciones de tortugas ya habían declinado considerablemente (Márquez 2004). La captura de tortugas marinas se prohibió en México por Decreto Presidencial en 1990 (SEPESCA 1990). Y aunque la caza furtiva aún existe, ya no representan un tipo de pesca comercial legal (Cato *et al.* 1978). El interés comercial está limitado al valor que conlleva el ecoturismo, así como a los servicios ecosistémicos que proveen (Teelucksingh *et al.* 2010).

4.2.2.2.2.2.4 Áreas sensibles

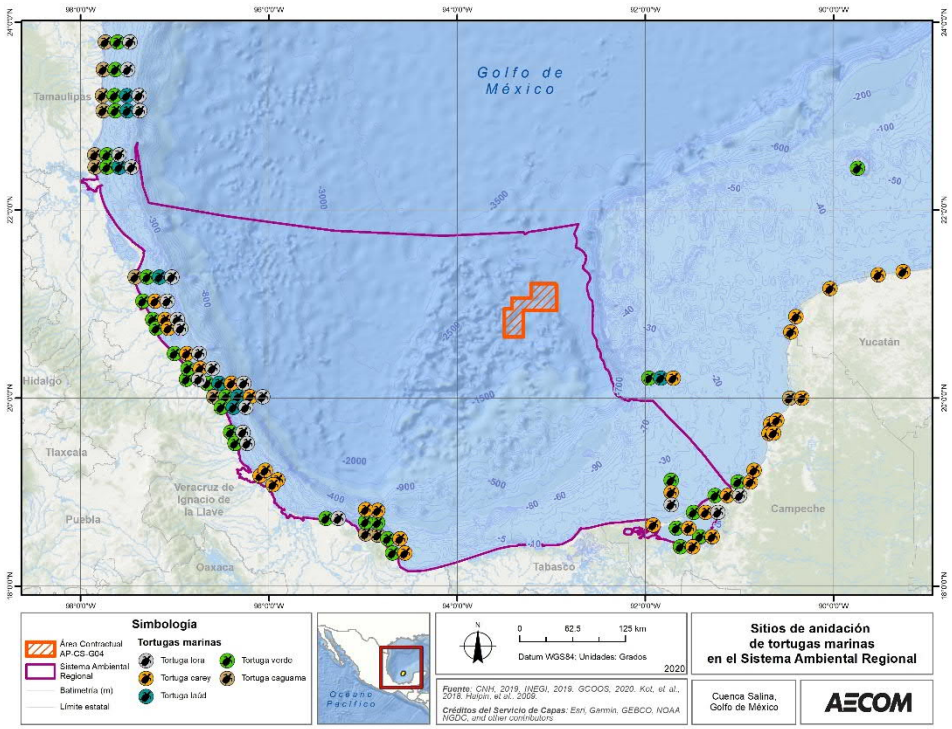
Los esfuerzos de conservación, protección e investigación de las tortugas marinas se han enfocado en las playas de anidación, en donde solo se estudia un segmento de la población total (hembras reproductivas y crías). Los machos y las hembras no reproductivas (juveniles, sub-adultos y adultos) son difíciles de observar y, por lo tanto, falta información de las áreas sensibles importantes para estas etapas del ciclo de vida (Cuevas-Flores *et al.* 2010). No obstante, la actividad de anidación es una etapa crítica en el ciclo de vida de las tortugas, por lo que las playas de anidación representan áreas sensibles importantes. Las ubicaciones de los sitios de anidación más importantes de las tortugas marinas se presentan en la **Figura 4-57**.

Además de los sitios de anidación, el área marina que rodea la península de Yucatán (incluyendo la plataforma continental del Banco de Campeche), es un corredor migratorio relevante para la tortuga carey (*E. imbricata*), la tortuga verde (*C. mydas*) y la tortuga caguama (*C. caretta*). Las hembras de la tortuga carey que anidan en Campeche, migran hacia el este para alcanzar las zonas de alimentación del Caribe mexicano, mientras que las hembras que anidan en el norte de Quintana Roo y este de Yucatán, migran hacia el noreste del Golfo de México a través del mismo corredor (Medellín 2009). Las hembras de la tortuga verde migran por el mismo corredor, desde sus playas de anidación en Veracruz y el Gran Caimán. De igual manera, las tortugas lora (*L. kempii*) utilizan el

área que rodea la península de Yucatán como ruta migratoria, área de alimentación y sitio de anidación (Cuevas-Flores *et al.* 2010, Méndez *et al.* 2013).

El trabajo realizado por la Unidad de Mérida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), auspiciado por el Fondo Sectorial de Hidrocarburos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se llevó a cabo para identificar los "Hábitats Críticos para las Tortugas Marinas" a través del Golfo de México. Este estudio se realizó por medio del monitoreo satelital de las hembras y, los resultados indicaron la importancia de la plataforma continental y de la península de Yucatán en términos de corredores migratorios y áreas para las hembras después de anidar (CONACYT 2017).

Figura 4-57. Sitios de anidación de las tortugas marinas en el SAR



Fuente: Elaborado con base en la información de Rose 2014

4.2.2.2.2.3 Aves

En el Golfo de México, existen 231 especies de aves, que representan aproximadamente el 20% del total de especies de México (Gallardo del Ángel *et al.* 2004). De esas 231 especies, el 44% son consideradas acuáticas, 29% terrestres y el 27% marinas. Para muchas especies residentes, la región es utilizada durante varias etapas del ciclo de vida, incluyendo invernación, forrajeo y reproducción; mientras que para las aves migratorias este es un hábitat estacional (Brenner *et al.* 2016). Generalmente, las aves que se ubican dentro del Área Contractual o en la Cuenca Salina, se pueden subdividir en dos grupos: aves marinas y aves migratorias acuáticas/terrestres

4.2.2.2.2.3.1 Aves marinas

Las aves marinas se caracterizan por pasar la mayor parte de su vida en el mar, excepto durante la época de reproducción cuando se acercan a la costa. Muchas especies en el Golfo de México permanecen en la zona costera debido a su dependencia de hábitats de forrajeo y reproducción cerca de la costa, mientras que otras permanecen en aguas pelágicas remotas (Burger 2017). Por ejemplo, se sabe que el Paíño de Leach (*Oceanodroma leucorhoa*) forrajea en hábitats costa afuera que se localizan entre los 400 km y los 830 km de distancia de sus sitios de

reproducción (Pollet *et al.* 2014). De forma similar, el Bobo Café (*Sula leucogaster*) inverna en la zona pelágica del Golfo de México (BOEM 2017).

Las aves marinas en el Golfo de México están representadas por seis órdenes (Gallardo Del Ángel *et al.* 2004), como se menciona a continuación:

3. Charadriiformes (charranes, gaviotas, falaropos);
4. Pelecaniformes (pelícanos, cormoranes);
5. Suliformes (bobos y alcatraces);
6. Procellariiformes (petrels y pardelas);
7. Phaethontiformes (aves tropicales); y
8. Procellariiformes (albatros).

En México, los patrones de distribución de las aves marinas en el ambiente pelágico no han sido ampliamente estudiados (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). En términos generales, la distribución está determinada por la disponibilidad de alimento la cual, a su vez, está determinada por la productividad primaria. A escala pequeña, la distribución de las aves puede estar determinada por las condiciones oceanográficas y las fuentes de alimento; mientras que, a gran escala, los factores estacionales, como El Niño, pueden influenciar la distribución en el Golfo de México (Gallardo del Ángel *et al.* 2004). Algunas especies migratorias pueden ser abundantes durante los meses de invierno (por ejemplo, alcatraces) mientras que otras son abundantes durante los meses de verano (por ejemplo, charrán mínimo). Las especies residentes como los pelícanos y las gaviotas están presentes todo el año.

Las islas ubicadas en la plataforma del Banco de Campeche o Yucatán son de particular importancia para la reproducción de aves marinas, ya que conforman un hábitat importante para la anidación debido a la ausencia de depredadores naturales, la baja afluencia humana y la proximidad a las áreas de forrajeo. Estas islas incluyen Arrecife Alacrán, Triángulo, Cayo Arcas y Cayo Arenas dentro del estado de Campeche (Gallardo Del Ángel *et al.* 2004). La isla más cercana se ubica aproximadamente a 67 km del Área Contractual. En la isla Alacrán, existe una alta densidad de bobos enmascarados (*Sula dactylatra*), bobos cafés (*S. leucogaster*), gaviotas reidoras (*Larus atricilla*), charranes café (*Anous stolidus*), fragatas tijereta (*Fregata magnificens*), charranes reales (*Thalasseus maximus*) y charranes albinegros (*Sterna fuscata*) anidando (INECOL 2017). De igual manera, en Cayo Arcas, existen grandes poblaciones de bobos enmascarados y fragatas tijereta (INECOL 2017).

4.2.2.2.2.3.2 Aves migratorias acuáticas y terrestres

El Golfo de México constituye un corredor importante para aves migratorias, incluyendo especies acuáticas y terrestres (Lincoln *et al.* 1998). La mayor parte de las aves migratorias en el este de Norteamérica cruzan a través o alrededor del Golfo dos veces al año durante sus migraciones estacionales, principalmente durante primavera y otoño (Brenner *et al.* 2016). Durante la primavera, cruzan el Golfo de México alrededor de 300 millones de individuos (Russell 2005).

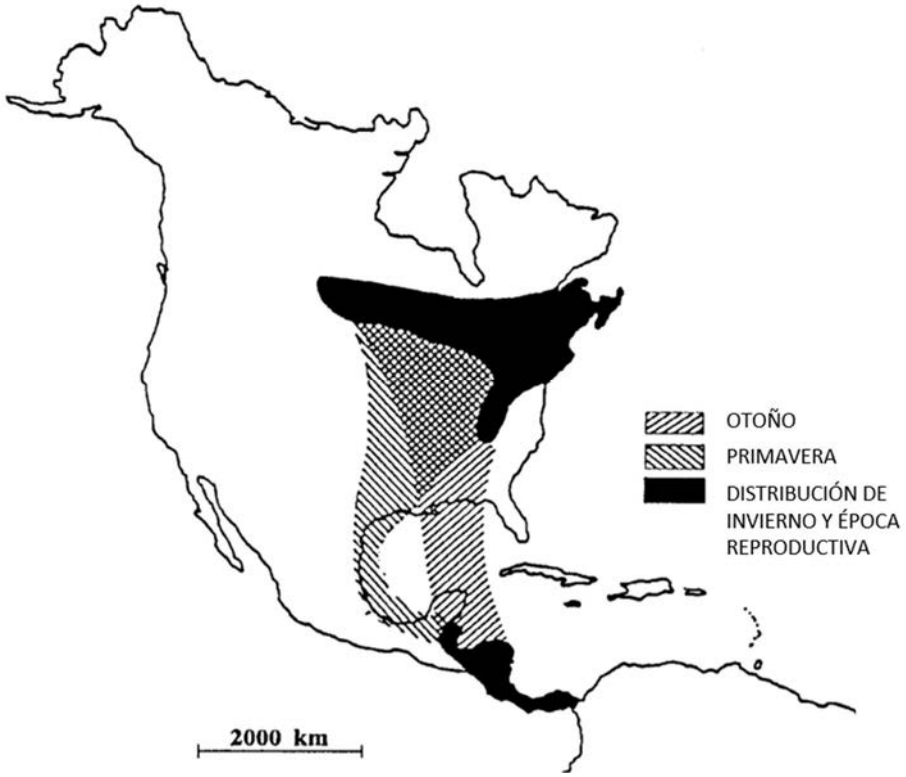
Se sabe que numerosas especies cruzan las aguas abiertas del Golfo de México, pero se incluyen los siguientes ejemplos: papamoscas verdoso (*Empidonax virescens*), papamoscas chico (*Empidonax minimus*), papamoscas del este (*Contopus virens*), maullador gris (*Dumetella carolinensis*), zorzal moteado (*Hylocichla mustelina*), zorzal de anteojos (*Catharus ustulatus*), zorzal cara gris (*Catharus minimus*), zorzal canelo (*Catharus fuscescens*), vireo ojos rojos (*Vireo olivaceus*), vireo gorjeador (*Vireo gilvus*), chipe trepador (*Mniotilta varia*) y el chipe dorado (*Protonotaria citrea;* Rappole y Ramos 1994). Las lagunas y humedales costeros son muy importantes para las especies migratorias del Golfo (Dumac 1999, Curson *et al.* 1994, Rappole 1995). Como reflejo de su trascendencia, estos humedales han sido designados como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Áreas Naturales Protegidas (ANP). Las AICAS, ANP y/o Sitios Ramsar (humedales designados como de importancia internacional por la Convención Ramsar) se muestran en la **Sección 4.2.2.3.6** y la **Sección 4.2.2.3.**

Las aves migratorias en el Golfo de México se han dividido en dos grandes grupos dependiendo de su ruta principal (Brenner *et al*. 2016):

a. **Migratorias Trans-Golfo:** Aquellas que vuelan directamente sobre el Golfo.
b. **Migratorias Circum-Golfo:** Aquellas que vuelan alrededor, al oeste del Golfo y pueden o no cruzar directamente por el área abierta.

Cada primavera, un gran número de aves migratorias cruza el Golfo de México desde su hábitat de hibernación en el neotrópico, hacia su hábitat de reproducción en EE.UU. y Canadá. La ruta exacta que toman es influenciada significativamente por el patrón sinóptico del clima sobre el continente en los EE.UU. o sobre el Océano Atlántico, cerca de Bermuda, por lo que las rutas son muy variables entre los años (Russell 2005). Sin embargo, algunas especies generalmente siguen la ruta Circum-Golfo y otras especies siguen una ruta Trans-Golfo hacia el oeste. Para los migrantes neárticos del este que invernan en Centroamérica, la ruta más común en el otoño corresponde al cruce Trans-Golfo desde la costa norte del Golfo de México hacia Yucatán (ver **Figura 4-58** tomada de Rappole y Ramos 1994). La dirección prevalente del viento y la probabilidad de encontrar turbulencia sobre el Golfo pueden alterar significativamente la ruta, por lo que la presencia de estas especies dentro del SAR dependerá de las condiciones climáticas prevalentes al momento de cruzar.

Figura 4-58. Rutas migratorias anuales Trans-Golfo para un migrante neártico "típico"



Fuente: Rappole y Ramos 1994

4.2.2.2.2.3.3 Diversidad de aves marinas en el Golfo de México

Gallardo del Ángel *et al.* 2004 establecieron que existen 47 especies de aves marinas en la sección mexicana del Golfo de México. La **Tabla 4-21** presenta las familias de aves, así como ejemplos de algunas especies. La diversidad de las familias de aves acuáticas y terrestres también fue establecida por Gallardo del Ángel *et al.* 2004 pero no identificaron cuáles son especies migratorias y, por lo tanto, cuáles pueden cruzar la Cuenca Salina. No hay disponibles mapas de alta precisión con las rutas migratorias de las especies.

Tabla 4-21. Aves marinas en el Golfo de México

Familia	Nombres Comunes y Ejemplos	Número de Especies	% Total de Especies de Aves de México del Golfo de México
Laridae	Gaviotas, Rayadores y Charranes (por ejemplo, *Onychoprion anaethetus nelsoni* o Charrán Embridado)	26	11.30%
Procellariidae	Petreles y pardelas (por ejemplo, *Puffinus lherminieri* o Pardela de Audubon)	7	3.04%
Sulidae	Alcatraces y Bobos (por ejemplo, *S. leucogaster* o Piquero Pardo)	5	2.17%
Hydrobatidae	Paiños del Norte (por ejemplo, *Hydrobates leucorhous* o Paíño Boreal)	3	1.30%
Phaethontidae	Aves Tropicales (por ejemplo, *Phaethon lepturus* o Rabijunco Menor)	2	0.87%
Pelicanidae	Pelicanos (por ejemplo, *Pelecanus occidentalis* o Pelícano Pardo)	2	0.87%
Diomedeidae	Albatros (por ejemplo, *Diomedea chlororhynchos* o Albatros Clororrinco)	1	0.43%
Fregatidae	Tijeretas (por ejemplo, *F. magnificens* o Rabihorcado Magnífico)	1	0.43%

Fuente: Modificado de Gallardo Del Ángel et al. 2004 y Complementado por Avifauna Internacional 2017 y Duncan y Harvard 1980

4.2.2.2.2.3.4 Estado de conservación de las especies de aves en el Golfo de México

La **Tabla 4-22** proporciona una lista de siete especies de aves marinas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los datos de distribución son limitados, pero corresponden a especies que potencialmente pueden encontrarse en la Cuenca Salina. La tabla incluye su estado de conservación con base en las definiciones provistas anteriormente en la Sección 4.2.2.2.2.1, Peces. De estas siete especies, una está clasificada como “En Peligro de Extinción” (Categoría P), cuatro como “Sujeta a Protección Especial” (Categoría Pr) y dos como “Amenazada” (Categoría A). A continuación, se presenta una breve descripción de las especies en categoría P y Pr:

- **Charrán Embridado (*Onychoprion anaethetus*; Categoría P):** Durante la época no reproductiva, esta especie es completamente pelágica. El charrán embridado generalmente se asocia con parches de macroalgas (por ejemplo, *Sargassum sp*.) o restos vegetales flotantes. Por lo que, su distribución marina está vinculada con ubicaciones en donde la circulación del viento y el agua congrega la materia flotante en parches (IUCN 2018). En México, se considera un residente de verano y se reproduce en las costas tanto del Pacífico como del Atlántico, en Centroamérica, incluyendo el Golfo de México en el estado de Quintana Roo, México (IUCN 2018 y Cornell Lab of Ornithology 2018). La mayoría de sus poblaciones son migratorias y dispersas (IUCN 2018).
- **Gaviota de Franklin (*Larus pipixcan*; Categoría Pr):** Esta especie se asocia mayormente a costas, lagos y litorales, particularmente durante la época reproductiva cuando es altamente gregario, formando grandes colonias en donde se han reportado hasta 10,000 parejas (IUCN 2018). Fuera de la época reproductiva, pasa más tiempo en el mar abierto (Cornell Lab of Ornithology 2018).
- **Gaviota Reidora (*L. atricilla*; Categoría Pr):** Esta especie es estrictamente costera cuando se reproduce, utilizando playas arenosas, cuerpos salobres e islas. Se han reportado colonias de hasta 10,000 parejas (IUCN 2018

- **Pelícano Café (*Pelecanus occidentalis;* Categoría Pr):** Esta especie generalmente evita el mar abierto, habitando en cuerpos someros costeros, estuarios y bahías (Del Hoyo *et al.* 2014). Sin embargo, se sabe que migran a través de las aguas abiertas del Golfo de México (King *et al.* 2013).
- **Charrán Mínimo (*Sternula antillarum*; Categoría Pr):** Esta especie es estrictamente costera en algunas regiones, pero en otras ha sido observado tierra adentro. Es altamente migratorio, invernando en Centro y Sudamérica antes de regresar a Norteamérica para reproducirse (IUCN 2018). Su ruta migratoria pasa a través del Golfo de México, sin embargo, las rutas precisas aún son sujeto de estudio (Tern y Plover Partnership 2017).

La **Tabla 4-22** también presenta una lista de 20 especies acuáticas/terrestres del Golfo de México enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 cuyas áreas de migración cruzan tanto las costas del norte como del sur del Golfo. Dependiendo de las condiciones climáticas prevalentes, algunas de estas especies pueden encontrarse en la Cuenca Salina cuando migran a través del Golfo de México, generalmente como registros raros o incidentales. De estas 20 especies, cuatro se clasifican como "En Peligro de Extinción" (Categoría P) y ocho como "Sujeta a Protección Especial" (Pr) y ocho como "Amenazada" (Categoría A).

De acuerdo a la Lista Roja de la IUCN, las siete especies de aves marinas de la **Tabla 4-22** están consideradas como de Preocupación Menor (LC). De igual manera, las 20 especies costeras, terrestres o acuáticas enlistadas en la **Tabla 4-22** están clasificadas como de Preocupación Menor, excepto por las cuatro especies clasificadas como No Amenazadas (NT). Las definiciones de cada categoría se presentaron anteriormente en la **Sección 4.2.2.2.2.1**. Cabe destacar, que ninguna de las especies de aves enlistadas en la **Tabla 4-22** están enlistadas en los Apéndice I o II de CITES.

4.2.2.2.2.3.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en el Golfo de México

Las instituciones académicas, agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales e internacionales interesadas en la conservación de la avifauna han identificado zonas conocidas como AICAS. El objetivo de estas AICAS es construir una red regional de áreas protegidas, con base en los criterios establecidos para la conservación de las aves (CONABIO 2004). La CONABIO ha propuesto 25 AICAS en el Golfo de México y en la región del Caribe mexicano.

Además de las AICAS, se designaron 142 sitios en el Golfo de México, costeros e islas, como Sitios Ramsar (humedales designados como de importancia internacional por la Convención Ramsar). El sitio Ramsar más cercano al Área Contractual, ubicado aproximadamente 235 km al sureste, se conoce como Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Esta área tiene una extensión de manglar de aproximadamente 127,000 ha, así mismo presenta otros tipos de vegetación como bosque tropical perennifolio, bosque espinoso, bosque de palma, cañaverales de totora, entre otros. Alberga especies bandera como el jabirú, el cangrejo cacerola, anfibios endémicos como *Rana brownorum*, *Bolitoglossa yucatana* y reptiles como *Anolis ustus, A. cozumelae* y *A. quercorum*. Mientras que el AICA más cercana corresponde a Pantanos de Centla. Se provee más información respecto a las AICAS y los sitios Ramsar en la **Sección 4.2.2.3**.

Tabla 4-22. Especies de aves del Golfo de México enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cuando sean Aplicables, la correspondiente Lista Roja IUCN y la clasificación CITES han sido incluidas

Familia	Especies	Subespecies	Nombre Común	Distribución en México	Categoría		
					NOM-059-2010	CITES 2016	Lista Roja IUCN 2018
Aves Marinas							
Sulidae	*Sula sula*	-	Rabihorcado Magnífico	No Endémica (Yucatán)	A	NI	LC
Laridae	*Onychoprion anaethetus*	nelsoni	Charrán Embridado	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	P	NI	LC
Laridae	*Sterna dougallii*	-	Charrán Rosado	No Endémica (Yucatán)	A	NI	LC
Laridae	*Larus pipixcan*	-	Gaviota Pipizcan	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Laridae	*L. atricilla*	-	Gaviota Guanaguanare	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	-	Pelicano Pardo	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Laridae	*Sternula antillarum*	-	Charrancito de Saunders	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Aves Terrestres/Acuáticas							
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	-	Garcilla Bueyera	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Anatidae	*Anas fulvigula*	-	Ánade moteado	No Endémica (Veracruz, Tamaulipas)	A	NI	LC
Anatidae	*Nomonyx dominicus*	-	Malvasía Enmascarada	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	A	NI	LC
Ciconiidae	*Mycteria americana*	-	Tántalo Americano	No Endémica (Hiberna en el Golfo de México)	Pr	NI	LC
Falconidae	*Falco peregrinus*	-	Halcón Peregrino	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Rallidae	*Laterallus jamaicensis*	coturniculus	Polluela Negra	No Endémica (Veracruz)	P	NI	NT
Rallidae	*Rallus elegans*	-	Rascón Elegante	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz)	A	NI	NT

Familia	Especies	Subespecies	Nombre Común	Distribución en México	Categoría		
					NOM-059-2010	CITES 2016	Lista Roja IUCN 2018
Rallidae	*Rallus limicola*	-	Rascón de Virginia	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz)	A	NI	LC
Rallidae	*Rallus crepitans*	-	Rascón de manglar	No Endémica (Yucatán)	P	NI	LC
Aramidae	*Aramus guarauna*	carao	Carrao	No Endémica (Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	A	NI	LC
Charadriidae	*Charadrius nivosus*	nivosus	Chorlo Nevado	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo).	A	NI	LC
Charadriidae	*Charadrius melodus*	-	Chorlo Chiflador	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo).	P	NI	NT
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	frazari	Ostrero americano	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	P	NI	LC
Columbidae	*Columbina passerina*	socorroensis	Tórtola Coquita de Socorro	Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	A	NI	LC
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	capitalis	Paloma Arroyera	Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Vireonidae	*Vireo griseus*	perquisitor	Vireo ojo blanco	Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	A	NI	LC
Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	-	Chipe corona café	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Emberizidae	*Passerina ciris*	-	Colorín siete colores	No Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	NT
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	mariae	Cardenal Rojo de Las Islas Marías	Endémica (Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Quintana Roo).	Pr	NI	LC
Icteridae	*Icterus spurius*	fuertesi	Bolsero castaño	Endémica (Veracruz)	Pr	NI	LC

NOM-059-SEMARNAT-2010:
P = En Peligro de Extinción
A = Amenazada
Pr = Sujeto a Protección Especial
CITES:
NI = No incluido

IUCN:
EN = En Peligro
VU = Vulnerable
NT = Casi Amenazado
LC = Preocupación Menor
DD: Datos Deficientes

Fuente: AECOM 2018a

4.2.2.2.2.4 Mamíferos marinos

En décadas recientes, la National Marine Fisheries Service (NMFS) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), y la Universidad de Texas A&M de los EE.UU., han desarrollado extensas investigaciones relacionadas con la distribución y abundancia de los mamíferos marinos dentro de la ZEE de los EE.UU. en el Golfo de México. En contraste, hay pocos estudios científicos en la literatura sobre las distribución y abundancia de los mamíferos marinos en el sur del Golfo de México (Würsig 2017). Sin embargo, existen algunos estudios de las poblaciones costeras de delfines a lo largo de las costas mexicanas (Delgado-Estrella 1991, 1994, 2002, Escatel-Luna 1997, Heckel 1992, Lechuga-Medina 1996, López-Hernández 1997). Así mismo, existen también datos disponibles de algunos avistamientos oportunísticos de cruceros oceanográficos (Ortega-Ortiz 2002). No existen estudios de estimaciones poblacionales de mamíferos marinos basados en campañas de cuantificación de la densidad en la región mexicana del Golfo de México (Würsig 2017) y no hay datos específicos de mamíferos marinos en la Cuenca Salina.

Los mamíferos marinos están presentes en todo el Golfo de México, y su distribución está directamente relacionada con la distribución de sus respectivos recursos alimenticios, áreas de reproducción y crianza. Se sabe que las especies en estos grupos migran por grandes distancias de forma estacional (Ortega-Ortiz *et al.* 2004, Ward y Moscrop 1999). En total, en el Golfo de México están presentes 29 especies conocidas de mamíferos marinos, incluyendo una especie del Orden Sirenia (manatí) y 28 especies el orden Cetacea (ballenas y delfines; Serrano 2002).

En el Golfo de México, los cetáceos incluyen a los odontocetos (ballenas dentadas y delfines) y a los misticetos (ballenas barbadas). El único sirenio encontrado en el Golfo de México es el manatí *Trichechus manatus*, el cual constituye una especie costera y, por lo tanto, no es probable encontrarla en aguas profundas del Área Contractual en la Cuenca Salina (Jefferson y Schiro 1997, Ortega-Ortiz *et al.* 2004, Serrano 2002, Würsig *et al.* 2000).

Información reciente sobre patrones de distribución de mamíferos marinos ha demostrado una gran diversidad de especies de mamíferos marinos en aguas mexicanas (Ceballos y Arroyo 2007). Los cetáceos en el Golfo de México usualmente se localizan en la pendiente continental en áreas con grandes concentraciones de clorofila, en las zonas de confluencia de los giros ciclónicos-anticiclónicos, y donde el zooplancton y micronecton son abundantes (Baumgartner *et al.* 2001, Biggs *et al.* 2000, Davis *et al.* 2002, Ortega-Ortiz 2002, Randall 1998). Los mamíferos marinos habitan a diferentes profundidades (Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002, Ortega-Ortiz 2002) aunque la mayoría de los cetáceos se distribuyen en aguas oceánicas con profundidades mayores a 200 m (Ortega-Ortiz *et al.* 2004).

4.2.2.2.2.4.1 Suborden Mysticeti

En el Golfo de México están siete especies de misticetos: la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), la ballena franca glacial (*Eubalaena glacialis*), el rorcual común (*Balaenoptera physalus*), el rorcual de Bryde (*Balaenoptera brydei*), el rorcual norteño (*Balaenoptera borealis*), la ballena de minke (*Balaenoptera acutorostrata*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*; Ortega-Ortiz *et al.* 2004). El hábitat y distribución de estas especies se presenta en la Tabla 4-23.

Tabla 4-23. Distribución del orden Cetacea, suborden Mysticeti en el Golfo de México

Nombre Común/Especies	Distribución
Ballena azul, Balaenoptera musculus	Estas especies presentan una distribución mundial. Sin embargo, la evidencia sugiere que son más frecuentes en el Golfo de México y Mar Caribe (IUCN 2017, NOAA 2018f). Los registros de avistamientos y varamientos de misticetos en el Golfo de México probablemente corresponden a individuos que perdieron su rumbo durante su migración entre el Atlántico Norte y el Mar Caribe (Jefferson y Schiro 1997, Würsig
Roracual común, Balaenoptera physalus	

Rorcual norteño, Balaenoptera borealis	*et al.* 2000). Por ejemplo, se encontraron los restos de una ballena jorobada en las aguas fuera del estado de Veracruz, (Serrano *et al.* 2005).
Ballena jorobada, Megaptera novaeangliae	
Ballena franca glacial, *Eubalaena glacialis*	Ha sido observada únicamente en el norte del Golfo de México (NOAA 2018f).
Rorcual de Bryde, Balaenoptera brydei	Se distribuye en todo el Golfo de México (NOAA 2015, Mullin y Fulling 2004) en todas las temporadas; con el mayor número de avistamientos en las áreas de la plataforma muy cerca de los márgenes continentales. Se cree que el Golfo de México es el hogar de una pequeña población dispersa de esta especie (Jefferson y Schiro 1997). Esta población es considerada como distinta de las otras poblaciones de rorcuales de Bryde debido a tres factores: esta población es genéticamente diferente a las otras; es única morfológica y conductualmente y, la población parece estar geográficamente aislada de las otras poblaciones de rorcuales de Bryde (NOAA 2015).
Ballena de minke, Balaenoptera acutorostrata	Existen diez registros de varamientos en el Golfo de México, pero no hay registros de avistamientos costa afuera en aguas profundas (IUCN 2017, Jefferson y Schiro 1997).

4.2.2.2.2.4.2 Suborden Odontoceti

En el Golfo de México hay 29 especies de odontocetos: el cachalote (*Physeter microcephalus*), el cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*), el cachalote enano (*Kogia sima*), la orca (*Orcinus orca*), la orca falsa (*Pseudorca crassidens*), la orca pigmea (*Feresa attenuate*), el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), la ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*), el delfín cabeza de melón (*Peponocephala electra*), el delfín de Fraser (*Lagenodelphis hosei*), el delfín gris (*Grampus griseus*), el delfín de clymene (*Stenella clymene*), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*), el delfín manchado tropical (*Stenella attenuate*), el delfín girador o de hocico largo (*Stenella longirostris*), el delfín de hocico estrecho o de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), el zifio o ballenato de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), el zifio de Gervais o zifio europeo (*Mesoplodon europaeus*) y el zifio de Blainville (*Mesoplodon densirostris*; Ortega-Ortiz *et al.* 2004). Cuatro especies de odontocetos son consideradas como distribuidas fuera de la zona, no endémicas al Golfo de México: la ballena piloto de aleta larga o calderón común (*Globicephala melas*), el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín común costero (*Delphinus capensis*) y el zifio de Sowerby o zifio del Atlántico Norte (*Mesoplon bidens*); pero pueden ser encontradas ahí (Würsig 2017). El hábitat y distribución de estas especies se presenta en la **Tabla 4-24**.

Tabla 4-24. Distribución del orden Cetacea, suborden Odontoceti en el Golfo de México

Nombre Común/Especies	Distribución
Cachalote, Physeter microcephalus	Las poblaciones de cachalote se distribuyen en el Golfo de México todo el año y tienen una amplia distribución (Davis *et al.* 2000, Waring *et al.* 2013). Hay muchos registros confirmados de las aguas del Golfo de México más allá de los límites de EE.UU. (por ejemplo, Jefferson y Schiro 1997, Ortega Ortiz 2002), donde es muy probable encontrar cachalotes en las aguas oceánicas del Golfo de México (Jefferson *et al.* 2008). Se infiere que hay presencia de poblaciones de cachalotes en el Golfo de México durante todo el año por estudios realizados más allá de las aguas de EE.UU; incluyendo México y Cuba, donde, actualmente existe poca información sobre la abundancia y distribución de especies de cetáceos.

Nombre Común/Especies	Distribución
	Jochens (2008) realizó un estudio durante varios años y encontró que las hembras de los cachalotes se concentran a lo largo de la parte superior de la plataforma continental entre profundidades de 656 pies (200 m) y 3,281 pies (1,000 m). Los machos presentaron una distribución más variable y se registraron en aguas de profundidades superiores a los 9,843 pies (3,000 m). Jochens (2008) avistaron grupos de cerca de 10 cachalotes de géneros mezclados de adultos y juveniles en el Golfo. Existe un registro de un varamiento de cachalote en el estado de Veracruz (Serrano *et al.* 2005).
Delfín girador, Stenella longirostris	Es el delfín más comúnmente observado en la plataforma continental, donde la profundidad se encuentre entre 200 y 1,000 m (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002). Existen registros de delfines giradores en la región norte de la plataforma de Yucatán (Jefferson 1995, Ortega-Ortiz 2002) y fuera de la costa del estado de Veracruz (Serrano *et al.* 2005). Sin embargo, los delfines giradores son generalmente oceánicos y su incidencia cerca de la costa puede estar asociada con procesos de afloramientos en localidades específicas, tal como lo describe Merino (1997).
Delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*	Esta especie se observa más comúnmente en la plataforma continental, entre 200 m y 1,000 m de profundidad (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002). En las aguas cercanas a la costa de Tabasco, se ha registrado la presencia de estos delfines (Delgado-Estrella 1994). Esta especie también ha sido observada en un estudio en las aguas costeras mexicanas desde la frontera con EE.UU. hasta el Puerto de Alvarado, Veracruz (Vázquez-Castán *et al.* 2007).
Cachalote pigmeo, *Kogia breviceps*	Estas especies se observan con más frecuencia en la plataforma continental, donde el agua presenta una profundidad de 200 a 1,000 m (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002).
Cachalote enano, *Kogia sima*	
Orca, Orcinus orca	Se considera cosmopolita (Klinowska 1991, Leatherwood *et al.* 1983), pero, generalmente, es más abundante en hábitats costeros de altas latitudes (IUCN 2017). Parece que no existen restricciones con respecto a la temperatura del agua o la profundidad en su rango de distribución y ésta se extiende a muchos mares cerrados o parcialmente cerrados, incluido el Golfo de México (IUCN 2018). Sin embargo, en el Golfo de México se considera como una especie poco común, al menos a lo largo de la plataforma continental (O'Sullivan y Mullin 1997). Hay registro de nueve observaciones documentadas de orcas en el Golfo de México antes de 1990 y 14 avistamientos entre 1990 y 2000 (Würsig *et al.* 2000)
Orca falsa, Pseudorca crassidens	Se distribuye en aguas tropicales y templadas del mundo (Baird 2002). En 2004, ocurrió un varamiento masivo en El Cuyo, Yucatán, México (Antochiw-Alonzo 2005). Esta especie fue observada en un estudio realizado a lo largo de las costas mexicanas desde la frontera con EE.UU. hasta Puerto de Alvarado, Veracruz (Vázquez-Castán *et al.* 2007).
Orca pigmea, Feresa attenuate	Los avistamientos de orcas pigmeas en el norte del Golfo de México han sido principalmente sobre las aguas profundas de la plataforma continental en las áreas tropicales y subtropicales del mundo (NOAA 2018h). Sin embargo, no existen datos sobre las orcas pigmeas en el sur del Golfo de México.
Delfín común, Delphinus delphis	Ortega-Ortiz *et al.* 2004 sugiere que el delfín común está presente en el Golfo de México. Sin embargo, mientras que en varios mapas del género *Delphinus* se muestra una distribución amplia en el Golfo de México (Gaskin 1992), algunos han indicado que hay incertidumbre en cuanto a su existencia en el Golfo de México (Evans 1994). De los 27 registros mapeados de *Delphinus* del Golfo de México revisados por Jefferson *et al.* (2009), cinco se consideraron como identificaciones erróneas y los restantes se consideraron sin un soporte en datos

Nombre Común/Especies	Distribución
	confiables. Se ha registrado un varamiento de delfín común en el estado de Veracruz (Serrano *et al.* 2005).
Delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*	Se ubica en una gran variedad de hábitats, incluidas lagunas costeras, bocas de ríos, zonas litorales, zonas costeras y áreas de mar abierto del Golfo de México (Hersh y Duffield 1990, Hoelzel *et al.* 1998, Mead y Potter 1995, Torres *et al.* 2003). La evidencia genética y morfológica sugiere que existen dos ecotipos o poblaciones de delfines nariz de botella; una está en las áreas costeras y la otra en las áreas nerítico-oceánicas (Hersh y Duffield 1990, Hoelzel *et al.* 1998, Mead y Potter 1995, Torres *et al.* 2003). En el norte del Golfo de México, el ecotipo común del delfín nariz de botella se ha observado en dos regiones diferentes: en la plataforma continental, hasta los 150 m y en el talud, muy cerca del margen continental. En ambas regiones, los delfines se observaron con más frecuencia en áreas con temperatura más elevada y salinidad variable; lo que sugiere que su distribución está asociada con los frentes o zonas de frontera presentes en los cuerpos de agua (Baumgartner *et al.* 2001). En el estado de Veracruz, se han identificado tres poblaciones de delfines nariz de botella en la zona costera entre Tamiahua y Nautla. Varias investigaciones han identificado los factores ambientales que fundamentan la propuesta de que esta región es un punto importante (hotspot) para estos cetáceos (Galindo *et al.* 2006, Heckel 1992, Vázquez-Castán *et al.* 2006).
Ballena piloto, Globicephala macrorhynchus Delfín gris, Grampus griseus	Son especies frecuentemente vistos en las aguas cercanas al margen continental en aguas profundas entre 200 y 750 m (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002). Estas especies también han sido vistas fuera de las costas del estado de Veracruz (Serrano *et al.* 2005).
Delfín cabeza de melón, *Peponocephala electra*	Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales del mundo. Los avistamientos de esta especie fueron documentadas en todas las temporadas durante el programa aéreo “GulfCet” en el norte del Golfo de México, entre 1992 y 1998 (Hansen *et al.* 1996, Mullin y Hoggard 2000); además, se han documentado muchos varamientos (Barron y Jefferson 1993, Jefferson *et al.* 1992, Mullin *et al.* 1994). A pesar de que existen muy pocos registros en las aguas del Golfo de México fuera de la frontera de EE.UU. (Ortega Ortiz 2002), el delfín cabeza de melón con certeza está presente a través de las aguas oceánicas del Golfo de México (Jefferson *et al.* 2008).
Delfín de Fraser, Lagenodelphis hosei	Se distribuye en aguas tropicales de todo el mundo (Perrin *et al.* 1994, Barrios-Garrido *et al.* 2012). A pesar de que se ha estudiado ampliamente, el número de poblaciones del delfín de Fraser en el Golfo de México es desconocida (NOAA 2018b). Se han observado en aguas oceánicas de menos de 200 m en el norte del Golfo de México en todas las temporadas (Hansen *et al.* 1996, Mullin y Hoggard 2000, Mullin y Fulling 2004).
Ballena de Blainville, *Mesoplodon densirostris* Delfín manchado tropical, *Stenella attenuate* Delfín de Clymene, *Stenella clymene* Delfín listado, Stenella coeruleoalba	En el sur del Golfo de México, cerca de la parte más baja de la plataforma continental (>1,000 m de profundidad), las especies más comúnmente observadas son la ballena de Blainville, el delfín manchado tropical, el delfín de Clymene y el delfín listado (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 1998, Davis *et al.* 2002). El delfín manchado tropical se ha registrado en aguas fuera de la costa del estado de Veracruz (Serrano *et al.* 2005).
Delfín moteado del Atlántico, *Stenella frontalis*	Se ha observado en aguas oceánicas cerca del margen continental (Mullin y Hansen 1999), y son encontrados generalmente en aguas profundas con salinidades altas y poca turbidez donde los delfines nariz de botella son encontrados (Griffin y Griffin 2003). Esta especie fue observada en aguas

Nombre Común/Especies	Distribución
	costeras mexicanas del Puerto de Alvarado hasta la frontera con EE.UU. (Vázquez-Castán *et al.* 2007).
Zifio de Cuvier, Ziphius cavirostris	Está presente en el Golfo de México. Aunque existe poca información sobre la abundancia de esta especie en el Golfo de México, se han documentado muchos varamientos (Ward y Moscrop 1999, Würsig *et al.* 2000).
Zifio europeo, Mesoplodon europaeus	Se ha registrado en el Golfo de México y se han documentado al menos 10 varamientos de esta especie (Jefferson *et al.* 1992). También se localiza en la región de Yucatán (Vidal 1991, Debrot y Barros 1994, Solis-Ramirez 1995).
Ballena piloto de aletas largas, *Globicephala melas*	Estas especies rara vez se avistan en el Golfo de México, aunque pueden ser encontradas ahí (Würsig 2017).
Delfín común, Delphinus delphis	
Delfín común costero, *Delphinus capensis*	
Zifio de Sowerby, *Mesoplon bidens*	

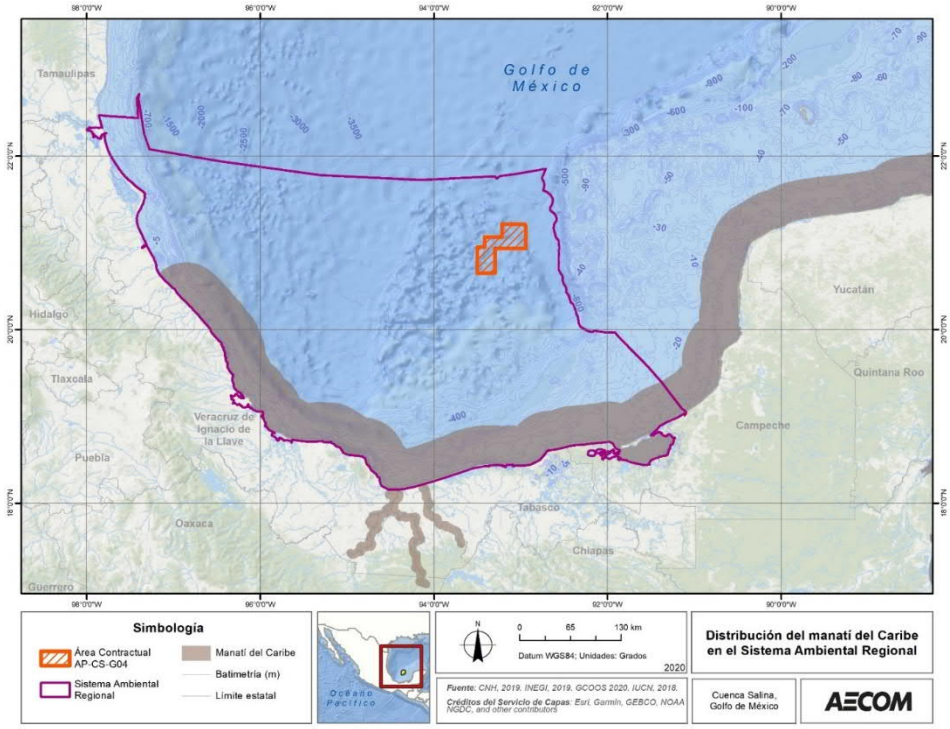
4.2.2.2.2.4.3 Orden Sirenia

El manatí habita en aguas marinas someras del Golfo de México y hábitats estuarinos, lagunas y ríos (Ortega-Ortiz *et al.* 2004). Hay dos subespecies presentes. *Trichechus manatus latirostris* se distribuye en las aguas costeras del Golfo de México, bahías y ríos al sur del río Crystal, Florida (Ortega-Ortiz *et al.* 2004). *Trichechus manatus manatus* habita en sistemas rivereños y costeros en aguas tropicales y subtropicales, incluido el Golfo de México (**Figura 4-59**; Ortega-Ortiz *et al.* 2004).

El manatí habitó en las costas de Tamaulipas y Yucatán (Lefebvre *et al.* 2001), pero actualmente tiene una distribución más restringida en México, debido a la sobreexplotación y pérdida de hábitat (Ortega-Ortiz *et al.* 2004). Las poblaciones principales son pequeñas y están dispersas; las cuales, están ubicadas en algunos ríos del estado de Veracruz, en las aguas costeras del estado de Quintana Roo y en la cuenca del río Grijalva-Usumacinta del estado de Tabasco (Ortega-Ortiz *et al.* 2004).

Dado que la Cuenca Salina se ubica lejos de la costa en aguas profundas del Golfo de México no se espera encontrar manatíes en el Área Contractual pero sí dentro del SAR. El hábitat más cercano se ubica aproximadamente a 185 km al sur del Área Contractual.

Figura 4-59. Distribución del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el sur del Golfo de México con respecto a la ubicación del Área Contractual y el SAR



Fuente: Basado en datos de IUCN 2018

4.2.2.2.2.4.4 Diversidad y abundancia de los mamíferos marinos en el Golfo de México

La diversidad más elevada de mamíferos marinos en el Golfo de México se registra sobre la plataforma continental y el talud continental (Baumgartner *et al.* 2001, Biggs *et al.* 2000, Davis *et al.* 2002, Ortega-Ortiz 2002). Las evaluaciones más recientes de las reservas de las poblaciones del Golfo de México se realizaron por la NOAA en los Marine Mammal Stock Assessment Reports, los cuales registran los estimados de abundancias por especies, por población y por regiones geográficas específicas. A pesar de que existen datos substanciales para el norte del Golfo de México, la distribución y abundancia de cetáceos a nivel de especie es muy dispersa para las aguas del Golfo en la región de México y Cuba (Jefferson *et al.* 2008).

Existen muy pocos datos de cetáceos en el sur del Golfo de México, lo que incluye datos en periodos de tiempo sensibles para los mamíferos marinos fuera de las costas de México y Cuba. Esto incluye la falta de datos específicos de distribución y abundancia en periodos de reproducción, alimentación y migración (Jefferson *et al.* 2008). Mientras que los datos de distribución y abundancia son escasos para la mayoría de las especies del sur del Golfo de México, se pueden extrapolar algunas tendencias a partir de los estimados poblacionales del norte del Golfo de México. Por ejemplo, dado que hay muchos registros confirmados de los delfines manchados tropicales del Golfo de México en las aguas más allá de las fronteras de EE.UU. (Jefferson y Schiro 1997, Ortega Ortiz 2002), se puede inferir que es muy probable que se encuentren en todo el Golfo de México en números similares (Jefferson *et al.* 2008). Las mejores estimaciones de abundancias de especies clave del norte del Golfo de México se muestran en la **Tabla 4-25**. Dado que las aguas de EE.UU. comprenden cerca del 40% del Golfo de México, y el 35% de las sus aguas oceánicas (>200 m) se asume que estos valores deben ser mayores para todas las poblaciones del Golfo de México.

Tabla 4-25. Abundancias estimadas de mamíferos marinos para el norte del Golfo de México

Especies	Nombre Común	Abundancia Estimada (individuos)
Stenella attenuata	Delfín manchado tropical	>50,000
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	>50,000
Stenella clymene	Delfín de Clymene	129
Stenella longirostris	Delfín girador	11,441
Stenella coeruleoalba	Delfín listado	1,849
Grampus griseus	Delfín gris	2,442
Peponocephala electra	Delfín cabeza de melón	2,235
Steno bredanensis	Delfín de dientes rugosos	624
Feresa attenuata	Orca pigmea	152
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo	186
Orcinus orca	Orca	28
Globicephala macrorhynchus	Ballena piloto	2,415
Ziphius cavirostris	Zifo de Cuvier	74
Balaenoptera brydei	Rorcual de Bryde	33
Physeter macrocephalus	Cachalote	763

Fuente: AECOM 2019 con base en NOAA 2019

Además de las estimaciones de abundancia para el norte del Golfo de México listadas en la **Tabla 4-25**, se estima que puede haber aproximadamente 1,000 manatíes en aguas del Golfo de México (IUCN 2017). Se ha sugerido que puede haber aproximadamente 250 animales presentes en las lagunas y ríos del sur del estado de Veracruz, por ejemplo, Río Coatzacoalcos (Ortega-Argueta 1999), como se muestra en la **Figura 4-59**.

4.2.2.2.2.4.5 Estatus de conservación de las especies de mamíferos marinos

Todas las especies de mamíferos marinos en el Golfo de México están consideradas como especies en alguna categoría de riesgo en la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). La ballena franca glacial y el manatí están clasificados como “En Peligro de Extinción” (Categoría P); mientras que, el resto de las especies están clasificadas como “Sujetas a Protección Especial” (Categoría Pr; **Tabla 4-26**).

Algunos mamíferos marinos están incluidos en el Apéndice I del CITES, que incluye a las especies más amenazadas a nivel global (CITES 1973). Nueve especies de mamíferos marinos del Golfo de México están incluidas en el Apéndice I y 20 están incluidas en el Apéndice II del CITES (**Tabla 4-26**). Con base en la Lista Roja de la IUCN, cuatro especies de mamíferos marinos del Golfo de México están clasificadas como en Peligro (EN); dos están clasificadas como Vulnerables (VU); 12 están como con Datos Deficientes (DD) y 11 están consideradas como de Preocupación Menor (LC; **Tabla 4-26**).

Tabla 4-26. Especies de mamíferos marinos del Golfo de México y su categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la IUCN y el CITES

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Riesgo		
		SEMARNAT-NOM-059	IUCN (2017)	CITES
Orden Cetacea				
Suborden Mysticeti				
Balaenoptera musculus	Ballena Azul	Pr	EN	Apéndice I
Eubalaena glacialis	Ballena Franca Glacial	P	EN	Apéndice I
Balaenoptera physalus	Rorcual Común	Pr	EN	Apéndice I
Balaenoptera edeni	Rorcual de Bryde	Pr	DD	Apéndice I
Balaenoptera borealis	Rorcual Norteño	Pr	EN	Apéndice I
Balaenoptera acutorostrata	Ballena de Minke	Pr	LC	Apéndice I
Megaptera novaeangliae	Ballena Jorobada	Pr	LC	Apéndice I
Suborden Odontoceti				
Physeter macrocephalus	Cachalote	Pr	VU	Apéndice I
Kogia breviceps	Cachalote Pigmeo	Pr	DD	Apéndice II
Kogia sima	Cachalote Enano	Pr	DD	Apéndice II
Orcinus orca	Orca	Pr	DD	Apéndice II
Pseudorca crassidens	Orca Falsa	Pr	DD	Apéndice II
Feresa attenuata	Orca Pigmea	Pr	DD	Apéndice II
Delphinus delphis	Delfín Común	Pr	LC	Apéndice II
Tursiops truncatus	Delfín Nariz de Botella	Pr	LC	Apéndice II
Globicephala macrorhynchus	Ballena Piloto	Pr	DD	Apéndice II
Peponocephala electra	Delfín Cabeza de Melón	Pr	LC	Apéndice II
Lagenodelphis hosei	Delfín de Fraser	Pr	LC	Apéndice II
Grampus griseus	Delfín Gris	Pr	LC	Apéndice II
Stenella clymene	Delfín de Clymene	Pr	DD	Apéndice II
Stenella coeruleoalba	Delfín Listado	Pr	LC	Apéndice II
Stenella frontalis	Delfín Moteado del Atlántico	Pr	DD	Apéndice II
Stenella attenuata	Delfín Manchado Tropical	Pr	LC	Apéndice II
Stenella longirostris	Delfín Girador	Pr	DD	Apéndice II
Steno bredanensis	Delfín de Dientes Rugosos	Pr	LC	Apéndice II
Ziphius cavirostris	Delfín de Cuvier	Pr	LC	Apéndice II
Mesoplodon europaeus	Zifio Europeo	Pr	DD	Apéndice II
Mesoplodon densirostris	Zifio de Blainville	Pr	DD	Apéndice II

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Riesgo		
		SEMARNAT-NOM-059	IUCN (2017)	CITES
Orden Sirenia				
Trichechus manatus	Manatí	P	VU	Apéndice I

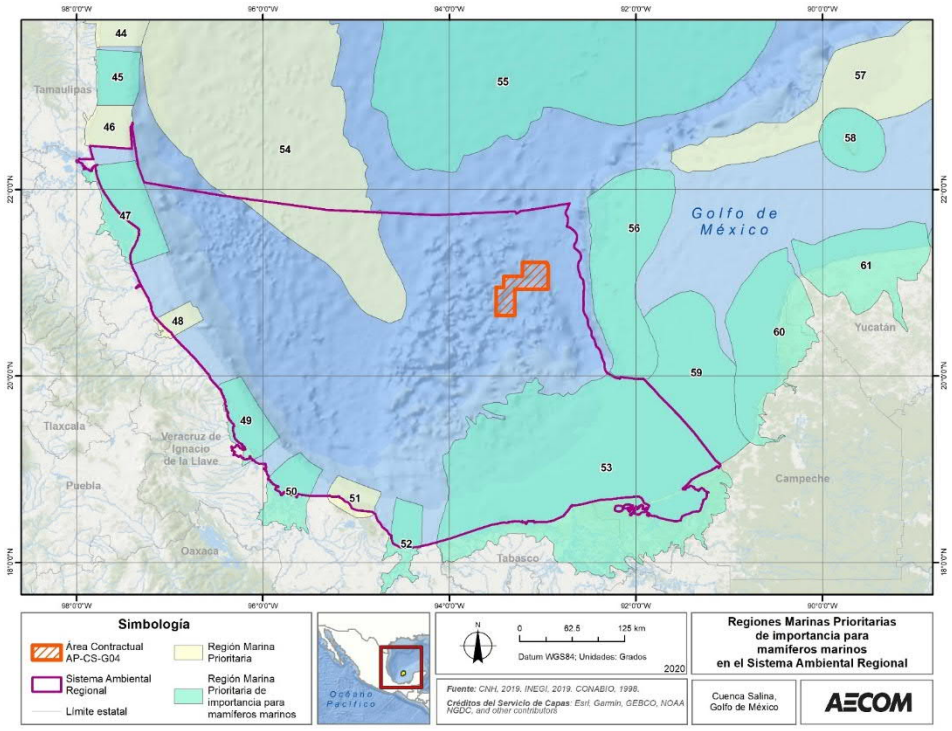
NOM-059-SEMARNAT-2010: P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada, Pr = Sujeto a Protección Especial
IUCN: EN = En Peligro (Endangered), VU = Vulnerable (Vulnerable), NT = Casi Amenazada (Near Threatened), LC = Menor Preocupación (Least Concern), DD = Datos Deficientes (Data Deficient)

Fuente: AECOM 2019

4.2.2.2.2.4.6 Regiones Marinas Prioritarias y Sitios Prioritarios Marinos importantes para la conservación de los mamíferos marinos

Se sobreponen 8 RMP con el SAR, de los cuales cinco son importantes para la conservación de los mamíferos marinos (**Tabla 4-27**; Arriaga *et al.* 1998). En la **Figura 4-60** se presenta la ubicación de estas cinco RMP en color turquesa.

Figura 4-60. RMP en el sur del Golfo de México importantes para los mamíferos marinos



Fuente: Datos de Arriaga-Cabrera et al. 1998

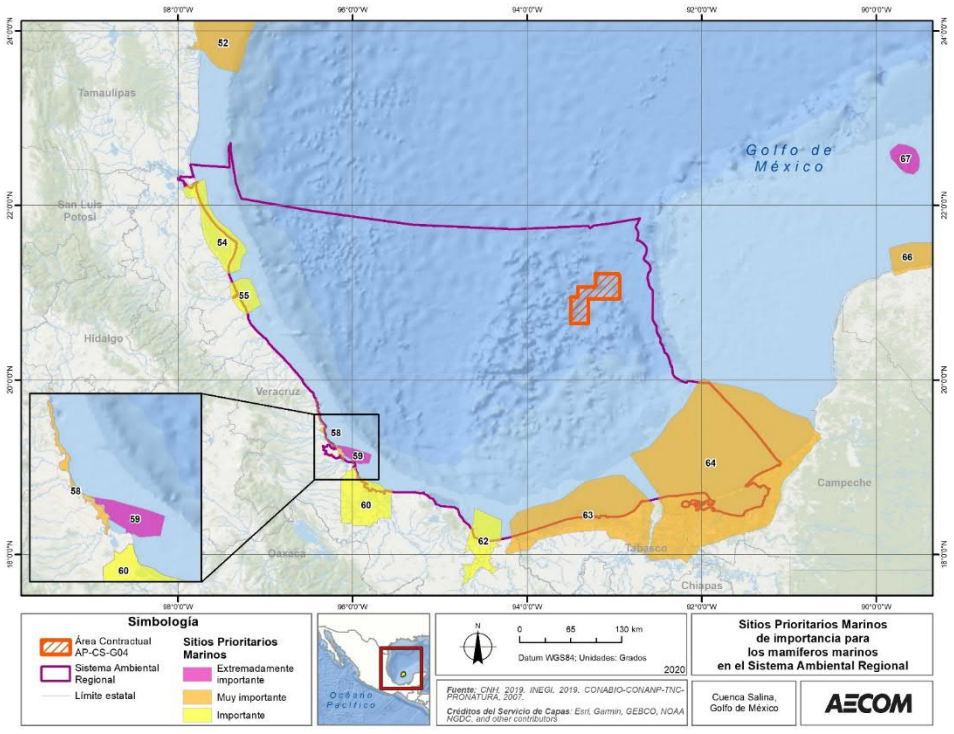
Tabla 4-27. RMP en el SAR importantes para los mamíferos marinos

Código	Regiones Marinas Prioritarias	Importancia para la Abundancia y Diversidad de los Mamíferos Marinos	Distancia del Área Contractual
47	Pueblo Viejo-Tamiahua	Presencia de mamíferos marinos	367 km
49	Laguna Verde-Antón Lizardo	Presencia de mamíferos marinos	283 km
50	Sistema Lagunar de Alvarado	Riqueza de mamíferos marinos	268 km
52	Delta del Río Coatzacoalcos	Presencia de *T. manatus*	241 km
53	Pantanos de Centla-Laguna de Términos	Área de refugio, alimentación y crianza para los mamíferos marinos que incluyen *T. manatus*	78 km

Fuente: AECOM 2019

Los SPM son áreas más pequeñas delimitadas dentro de las RMP. Actualmente, existen 105 SPM (CONABIO 2008p), de éstos, doce se sobreponen total o parcialmente con el SAR. Estos sitios son de crítica importancia debido a que albergan una amplia variedad de especies marinas que incluyen especies endémicas y, generalmente son sitios importantes para la reproducción, sitios de crianza, descanso y alimentación de muchas especies. Ocho SPM que intersectan con el SAR están registrados por CONABIO como sitios de importancia específica para los mamíferos marinos. La **Figura 4-61** presenta la ubicación de estos sitios en color amarillo, naranja o morado, de acuerdo a su importancia, y la **Tabla 4-28** describe el nivel de priorización de cada uno.

Figura 4-61. Ubicación de los sitios prioritarios marinos de importancia para los mamíferos marinos en el SAR



Fuente: CONABIO 2007

Tabla 4-28. Sitios prioritarios marinos en el Golfo de México de importancia para los mamíferos marinos

Código del Sitio	Sitio Prioritario Marino	Prioridad	Mamíferos Marinos Registrados	Distancia del Área Contractual
64	Laguna de Términos*	Muy Importante	Presencia de T. truncatus	155 km
63	Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco	Muy Importante	Presencia de *T. manatus*	197 km
58	Humedales Costeros del Centro de Veracruz *	Muy Importante	Presencia de: G. macrorhynchus, S. attenuata, S. frontalis, S. longirostris, T. truncatus	321 km
59	Sistema Arrecifal Veracruzano	Extremadamente Importante	Presencia de T. truncatus	292 km
55	Humedales Costeros y Arrecife Tuxpan	Importante	Presencia de la especie *T. truncatus*	383 km
60	Sistema Lagunar de Alvarado*	Importante	Presencia de *T. manatus*	303 km
62	Cuenca Baja y delta del Río Coatzacoalcos	Importante	Presencia de *T. manatus*	263 km
54	Lagunas Pueblo Viejo, Tamiahua	Importante	Presencia de la especie *T. manatus*	391 km

** Sitios con un elevado número de especies en peligro en México.*

Fuente: Aguilar et al. 2008

4.2.2.2.3 Fauna terrestre

Como se describe en el **Capítulo 2**, el Área Contractual se localiza a 234 km de la costa y el SAR es adyacente a las áreas terrestres. Solo las actividades de soporte del helicóptero, OSV y la(s) base(s) de suministro(s) tendrán interacciones planeadas en la costa. Las bases de suministro estarán dentro de los puertos establecidos, los OSV/FSV transitarán a través de las rutas de navegación industrial establecidas y el servicio de helicóptero utilizará las instalaciones de los helipuertos existentes. Las actividades en tierra utilizarán la infraestructura actual (puerto, aeropuerto) sin necesidad de desarrollar construcciones adicionales. Las rutas de vuelo del helicóptero pasarán sobre varias Áreas Naturales Protegidas cuando transiten en dirección al Área Contractual**.** Sin embargo, no se espera un impacto significativo sobre las poblaciones de fauna terrestre, ya que el proyecto no tendrá una interacción directa con éstas.

4.2.2.3 Áreas sensibles

Las áreas sensibles están definidas por Ndubisi *et al*. (1995) como aquellas que son consideradas de importancia para la conservación de la diversidad biológica y los recursos culturales. Debido a su importancia ecológica y cultural, a las áreas sensibles generalmente se les otorga algún tipo de protección legal. Existen diferentes áreas ecológicas en la región con las que el Proyecto podría interactuar, muchas de las cuales se utilizaron para delimitar el SAR y se describen en el **Capítulo 3**, **Sección 3.9**. Las unidades protegidas designadas y las áreas de hábitat crítico que podrían interactuar con el Proyecto, o que son de otra manera relevantes para el SAR del Área Contractual, se describen a continuación con respecto a la sensibilidad ambiental y su ubicación.

4.2.2.3.1 Ecosistemas sensibles

4.2.2.3.1.1 Arrecifes de coral de aguas cálidas

Un arrecife de coral de aguas cálidas se define como “una estructura de carbonatos resistente al oleaje, que se forma gradualmente por corales pétreos, algas calcáreas y otros organismos arrecifales constitutivos. Los arrecifes de coral de aguas cálidas ocurren en las zonas costeras de las regiones tropicales y subtropicales” (UNEP WCMC 2017). Éstos son ecológicamente diversos e importantes a nivel económico. Estos ecosistemas protegen a las áreas costeras de las tormentas y la erosión y son reconocidos por sustentar diversas poblaciones de peces y crustáceos, los cuales proporcionan importantes ingresos para México, tanto comerciales como recreativos (Lozano 2009, Hayasaka-Ramírez 2011). Por ejemplo, las poblaciones de peces, que constan de 322 especies pertenecientes a 173 géneros y 81 familias, ocupan los arrecifes tanto del norte como del sur de Veracruz. Las familias con la mayor riqueza de especies son: Serranidae (robalo y meros; 30 especies), Gobiidae (góbidos; 18 especies) y Carangidae (cojinuda, caballa, entre otras; 16 especies; Gonzalez-Gándara *et al*. 2015).

Los arrecifes de coral de aguas cálidas del suroeste del Golfo de México ocupan hábitats continentales terrígenos relativamente poco profundos y, por lo tanto, no se distribuyen en las aguas profundas del Área Contractual en la Cuenca Salina. Al suroeste del Golfo de México, dentro del SAR, se pueden encontrar arrecifes de coral de aguas cálidas dentro de las áreas presentadas en la **Tabla 4-29**. También se proporciona un mapa indicando su ubicación, frente a las costas de Veracruz en la **Figura 4-62**.

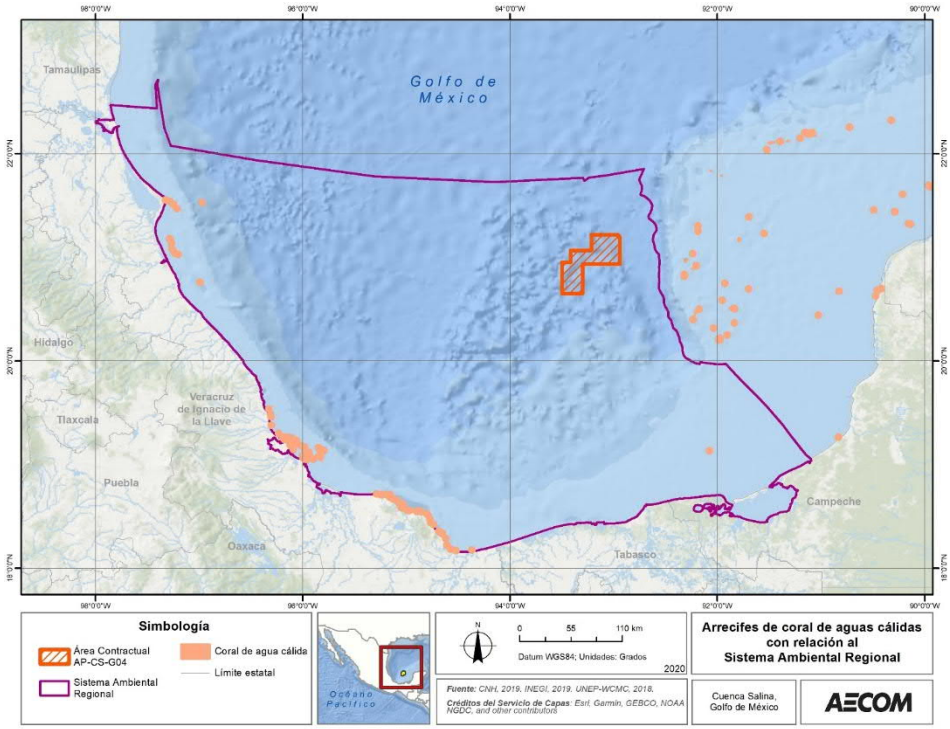
Tabla 4-29. Los arrecifes de coral de aguas cálidas del sur del Golfo de México y su distancia al Área Contractual

Nombre	Distancia al Área Contractual	Descripción
Sistema Arrecifal Banco de Campeche, incluyendo el arrecife Alacranes	67 km	El Banco de Campeche se extiende 200 km al norte de la península de Yucatán, donde se pueden encontrar arrecifes de coral a lo largo de la costa, los cuales se extienden a más de 100 km de la misma. Los arrecifes incluyen Cayo Arcas, Banco Obispo, Banco Nuevo, Banco Peña, Arrecife Triángulos, Bancos Ingleses, Cayo Nuevo, Cayo Arenas, Bajo Madagascar, Bajo Serpiente y Bajo Sisal. En 2010, se identificaron un total de 136 especies de seis grupos taxonómicos en esta área, 40 especies de corales pétreos y 16 de corales blandos. La región es un hábitat natural para muchas especies comerciales cuya explotación constituye el modo de vida y la economía de muchos pueblos costeros (Piñeiro *et al*. 2001).
Sistema Arrecifal Veracruzano	290 km	Abarca 65,516 ha (SEMARNAT 2012a) y contiene al menos 28 arrecifes. El valor económico de los servicios ambientales provistos por el Sistema Arrecifal de Veracruz se estimó en US $290,500,000, en parte debido a su función como barrera contra la erosión costera (CEMDA 2011). Los arrecifes, junto con los humedales y lagunas cercanos, se designaron como Parques Marinos Nacionales en 1992 y, en 2006 las Naciones Unidas lo incluyeron en el Programa de la Red Mundial del Hombre y la Biosfera (MAB). En 2014, se registró en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención Ramsar.
Arrecifes de los Tuxtlas	271 km	El Sistema Arrecifal de Los Tuxtlas está localizado en la plataforma continental a lo largo de la costa adyacente a la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas y al Puerto de Coatzacoalcos en el estado de Veracruz. El sistema está compuesto por 39 formaciones arrecifales (Ávila-Pérez 2016). La ubicación coincide con las RMP 51 - Tuxtlas y 52 - Delta del río Coatzacoalcos (CONABIO 2017h), así como con los SMP 61 - Plataforma Continental de los Tuxtlas y 62 - Cuenca Baja y Delta del Río Coatzacoalcos (CEMDA 2017).
Sistema Arrecifal	377 km	Se ubica frente a la costa de los municipios de Tamiahua y Tuxpan, en el estado de Veracruz, y comprende 30,571 hectáreas (CONANP 2014). Se compone de

Nombre	Distancia al Área Contractual	Descripción
Lobos Tuxpan		siete arrecifes que se agrupan en dos unidades: 1) Arrecife Los Lobos (Lobos, Medio, y Blanquilla), y 2) Arrecife Tuxpan (Tuxpan, Enmedio, Tanhuijo y Arrecife Pantepec; CONANP 2014). En 2009 fue declarado como Área de Protección de Flora y Fauna (SEMARNAT 2009).

Fuente: AECOM 2020

Figura 4-62. Arrecifes de coral de aguas cálidas con relación al SAR



Fuente: Adaptación de Ortiz- Lozano et al. 2013

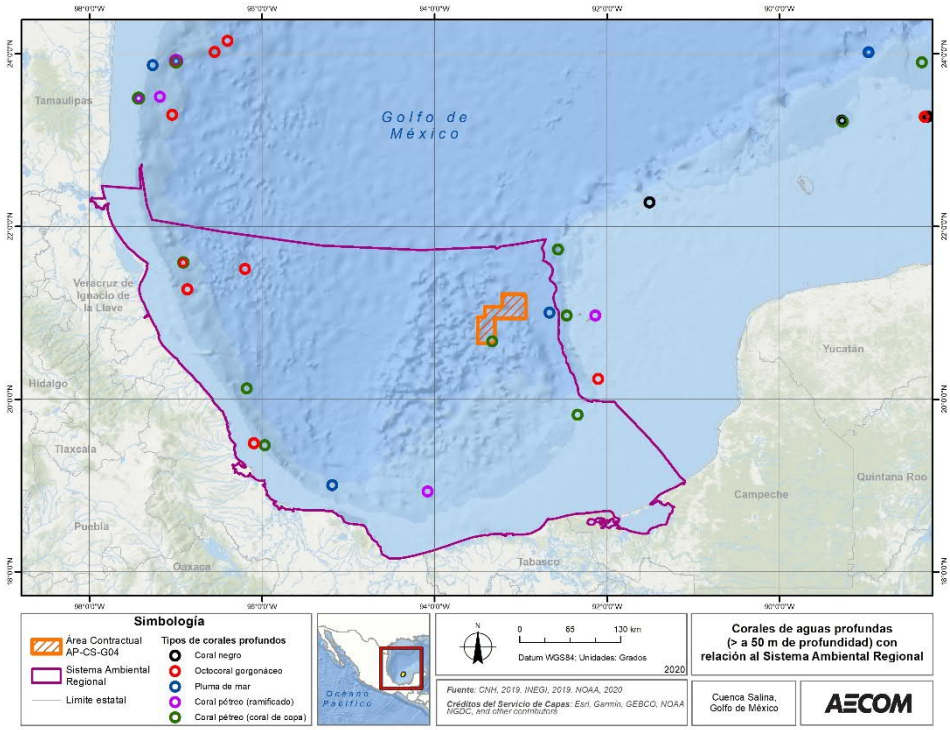
4.2.2.3.1.2 Corales de aguas profundas

Los corales de aguas profundas se definen como aquellos corales que habitan las aguas más frías y profundas de las plataformas continentales y cañones submarinos, desde 50 m hasta más de 1,000 m de profundidad (UNEP WCMC 2017). Los arrecifes de aguas profundas están restringidos en gran medida a temperaturas entre 4 °C y 12 °C y profundidades de hasta 4,000 m (Demapoulos *et al*. 2014, Freiwald *et al*. 2004, Roberts 2002, Roberts *et al*. 2006). Los estudios reconocen más de 100 especies de corales presentes en las aguas profundas del Golfo de México, incluyendo octocorales y hexacorales. Entre los más abundantes están las plumas de mar (*Umbellula* sp., Escobar-Briones 2004).

Etnoyer (2009) documentó la distribución y diversidad de los corales de aguas profundas (>50 m de profundidad) en el Golfo de México, mediante la compilación de los registros de datos publicados. El estudio determinó que los conjuntos de corales de aguas profundas varían en función de la profundidad y de la región, y que la mayor diversidad de octocorales del Golfo de México se ubica en profundidades de agua que varían desde los 50 m a 800 m de profundidad. Con base en la información de Etnoyer (200), la NOAA generó una capa de distribución de corales. La **Figura 4-63** presenta los resultados del estudio con base en la capa de la NOAA e ilustra que uno de

los registros de octocorales se localiza dentro del límite sureste del Área Contractual y otro a 29 km al este de la misma. El análisis de las imágenes del lecho marino recolectadas dentro del Área Contractual no mostró ningún registro de corales de aguas profundas ni superficies con sedimentos consolidados.

Figura 4-63. Distribución y diversidad de los corales de aguas profundas (>50 metros de profundidad)



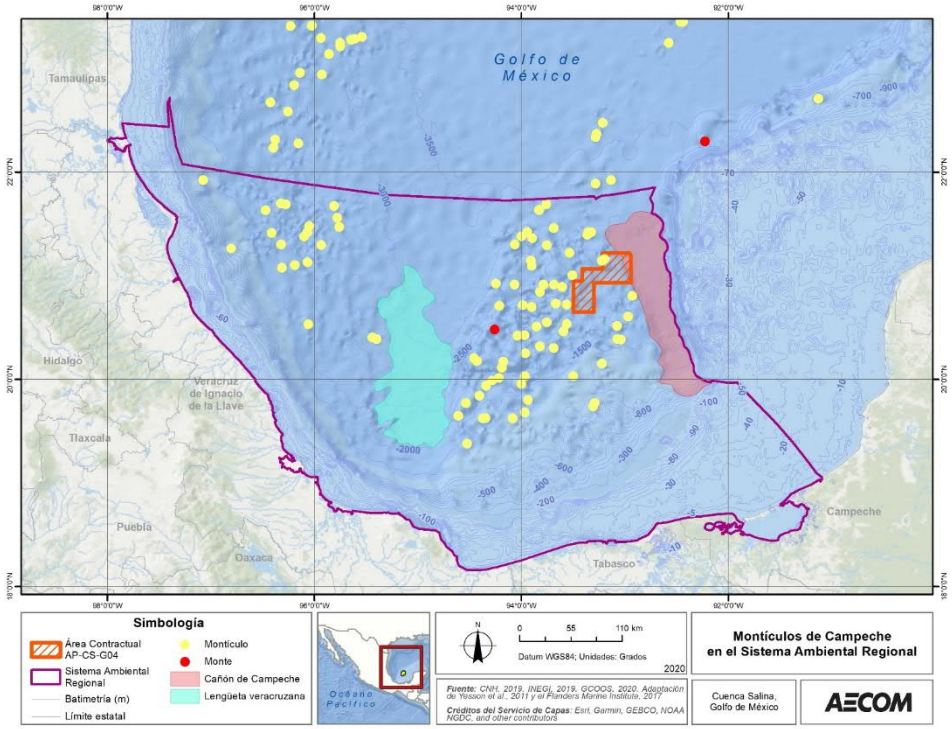
Fuente: NOAA 2020 con base en Etnoyer 2009

4.2.2.3.1.3 Montes y montículos submarinos

Los montes submarinos están aislados, las montañas submarinas se levantan al menos 1,000 m por encima del lecho marino, mientras que las salientes que se elevan entre 500 m y 1,000 m se clasifican como montículos. Estas estructuras pueden proporcionar un excelente sustrato potencial para las comunidades epifaunales, incluyendo esponjas y corales de aguas profundas. Además, estas estructuras generan corrientes ascendentes, transportando agua rica en nutrientes hacia la superficie, que está asociada con el incremento en la productividad biológica, atrayendo a otras especies de mar abierto y aguas profundas como peces, tiburones, tortugas, mamíferos y aves marinas (NOAA 2017b).

Yesson *et al*. (2011) mapearon la distribución global de los montes submarinos y montículos utilizando datos de la batimetría global con una resolución de 30 arco-segundos. Los datos resultantes no incluyen montes submarinos dentro del Área Contractual (el monte submarino más cercano se sitúa 85 km hacia el suroeste), sin embargo, se registró un montículo dentro del límite noroeste del Área Contractual y cinco montículos adicionales dentro de los 10 km a la redonda del límite de la misma (**Figura 4-64**)**.** La ubicación de los montículos corresponde aproximadamente con las cadenas montañosas abisales, las cuales fueron una de las tres regiones fisiográficas seleccionadas durante las mediciones de campo del Estudio de LBA. Los datos de Yesson *et al*. (2011) muestran una montaña submarina y una serie de montículos dentro del SAR, con la mayor densidad en la porción central del mismo. Es importante destacar que la porción noreste del Área Contractual se ubica dentro del Cañón de Campeche.

Figura 4-64. Ubicación de los montículos de Campeche con respecto al Área Contractual



Fuente: Adaptación de Yesson et al. 2011 y el Flanders Marine Institute 2017

4.2.2.3.1.4 Comunidades quimiosintéticas

Aunque la mayor parte del lecho marino profundo del Golfo de México está compuesta por sedimentos fangosos, blandos y en su mayor parte sin rasgos distintivos (NOAA 2002), algunos lugares albergan grupos numerosos de organismos que viven en el lecho marino, agrupándose alrededor de fuentes de sulfuro de hidrógeno, metano u otros hidrocarburos. Tales emanaciones suministran una fuente natural de alimento para las bacterias quimiosintéticas que, a su vez, sirven de fuente de alimento para organismos de nivel trófico mayor y algunos de ellos han desarrollado relaciones simbióticas con las bacterias (NOAA 2002).

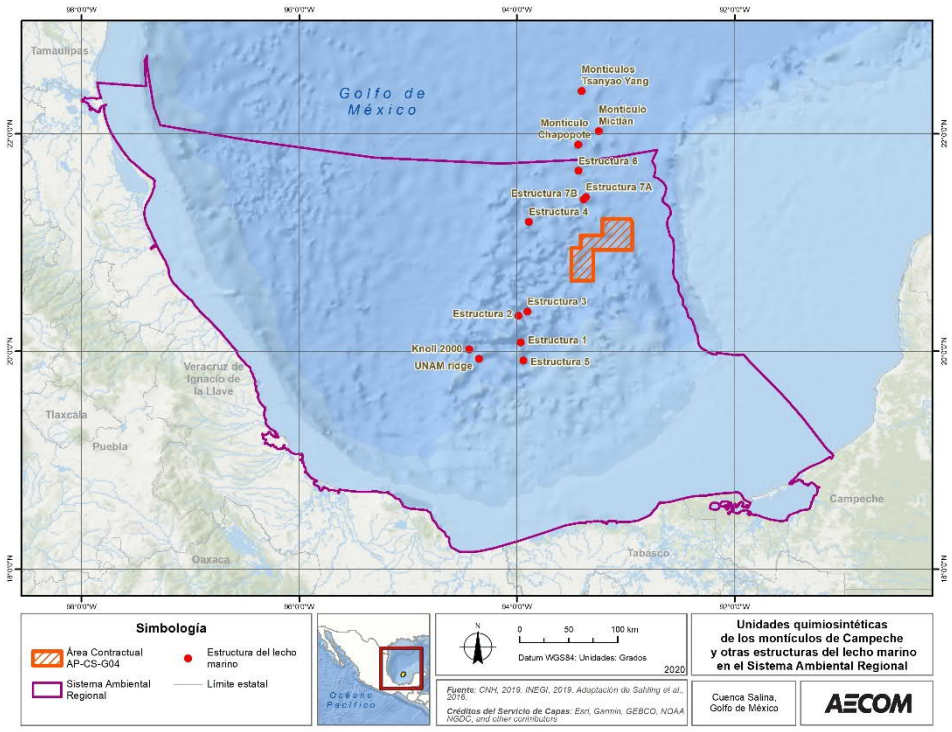
En el Golfo de México, a estos ecosistemas típicamente se les conoce como “ecosistemas de emanaciones frías”, caracterizados por el ascenso de metano y sulfuro, a partir de los sedimentos del lecho marino, sin un aumento apreciable de la temperatura (UNEP WCMC 2017). La quimiosíntesis microbiana es el eslabón de la red alimenticia que soporta las comunidades ecológicas, las cuales incluyen gusanos tubícolas y almejas Vesicomyidae, que corresponden a los organismos más comunes de las comunidades quimioautótrofas encontradas en las profundidades del Golfo de México (NOAA 2002) junto con esponjas, gasterópodos y camarones (NOAA 2002).

En el sur del Golfo de México también hay volcanes de asfalto activos, descritos como una forma peculiar de emanación de hidrocarburos natural (MacDonald *et al.* 2003). El petróleo crudo es expulsado formando flujos semejantes a lava y cubriendo áreas aproximadas de 100 m^2 a 1,000 m^2 de los montículos abisales y cordilleras submarinas (Brüning *et al*. 2010). Los flujos consisten en petróleo pesado (de alta densidad) en el punto de transición de líquido a sólido. Una vez expuesto al agua de mar, el petróleo pesado se solidifica en láminas frágiles debido al proceso de alteración y pérdida de los hidrocarburos volátiles en la columna de agua (Brüning *et al*. 2010). Los volcanes asfálticos de los Montículos de Campeche se caracterizan por presentar flujos de alquitrán, emanaciones naturales de hidrocarburos y venteo de gas. En los Montículos de Campeche prosperan comunidades altamente productivas con base en la simbiosis entre los invertebrados y las bacterias. Como parte de la fauna nativa de las comunidades quimiosintéticas están los gusanos tubícolas *Escarpia laminata*, que albergan simbiontes oxidantes de azufre, así como esponjas y mejillones del género *Bathymodiolus*, que albergan

tanto simbiontes oxidantes de azufre como de metano (Sahling *et al.* 2016b, Rubin-Blum *et al.* 2017). Los asfaltos en el sur del Golfo de México son notables por la ausencia de asociación con comunidades de coral, las cuales en otras regiones se encuentran frecuentemente sobre los asfaltos endurecidos, especialmente entre los que están en aguas someras (Sahling *et al.* 2016b). A lo largo de los Montículos de Campeche hay varios volcanes de asfalto, dentro de la región del Área Contractual. Sahling *et al.* (2016) examinaron los depósitos de asfaltos, las emanaciones naturales de hidrocarburos y los venteos de gas asociados con varios de estos sitios y encontraron más de 50 montículos y crestas que exhiben un origen causado por una o varias emanaciones de hidrocarburos (**Figura 4-65**).

La **Figura 4-65** muestra la ubicación del Área Contractual con relación a las comunidades quimiosintéticas estudiadas por Sahling *et al.* (2016) que incluyen estructuras con o sin comunidades quimiosintéticas asociadas. A partir de las observaciones del lecho marino, Sahling *et al*. (2016) documentaron como las comunidades quimiosintéticas se desarrollan en los asfaltos, con flujos colonizados recientemente por tapetes de bacterias y gusanos tubícolas juveniles vestimentíferos. En los montículos, se presentan varias emanaciones de gas y las emanaciones alimentan los depósitos de hidratos de gas. Estos hidratos forman montículos de varios metros de altitud y en algunos casos albergan densas colonias de gusanos tubícolas (1 m a 2 m de longitud). El estudio también encontró emanaciones naturales de hidrocarburos líquidas, caracterizadas por tener sedimento cubierto de aceite, fauna quimiosintética con heterótrofos asociados y tapetes de bacterias. Muchas de las especies observadas son consideradas como nuevas para la ciencia (Sahling *et al*. 2016b).

Figura 4-65. Comunidades quimiosintéticas de los montículos de Campeche y otras estructuras del lecho marino identificadas por Sahling *et al*. (2016)

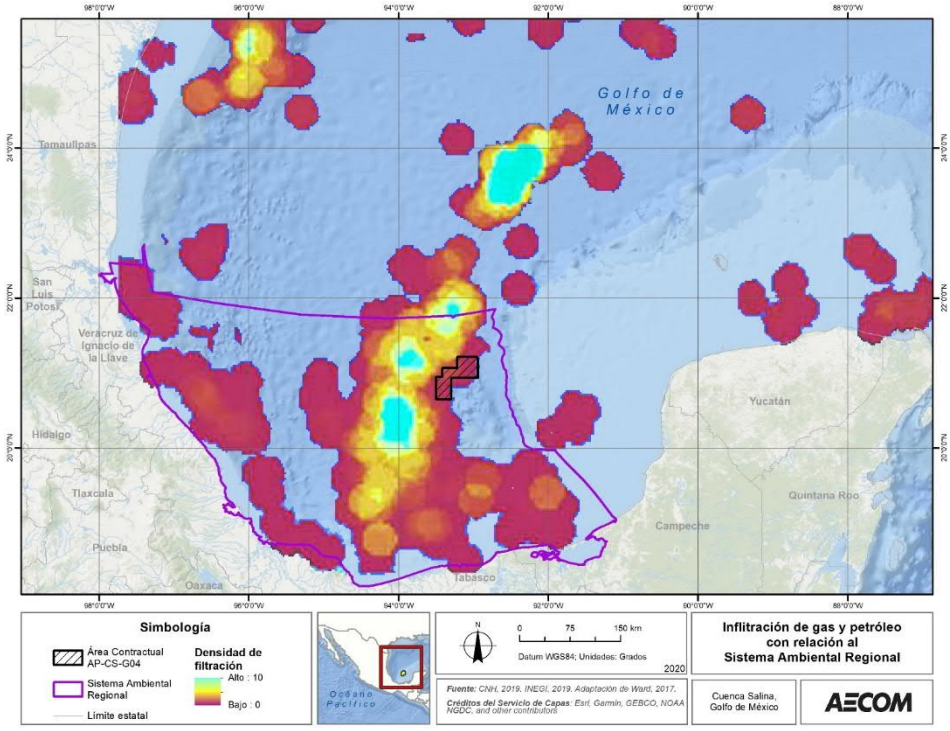


Fuente: Adaptación de Sahling et al. 2016b

Sahling *et al*. (2016) confirmaron que los depósitos de asfalto en el lecho marino están en el área a lo largo de varios montículos y crestas, en profundidades que van de 3,150 m a 1,230 m y, que los hidrocarburos pesados son un componente común en las emanaciones naturales de hidrocarburos de los Montículos de Campeche. Por medio de imágenes satelitales de las emanaciones naturales en el Golfo de México se ilustran las emanaciones típicas de la región que se ubican al oeste del Área Contractual, con menos densidad de filtración dentro de la

misma (**Figura 4-66**). Estas emanaciones posiblemente sean el origen de la huella de hidrocarburos asociada con el petróleo crudo intemperizado, los HTP y los biomarcadores analizados durante el Estudio de LBA.

Figura 4-66. Emanaciones de hidrocarburos en el Golfo de México



(Determinadas por el Análisis del Radar de Apertura Sintética)

Fuente: Adaptado de Ward et al. 2017

Dado que no se observaron comunidades quimiosintéticas durante el trabajo de campo del Estudio de LBA, la **Tabla 4-30** presenta un resumen de los montículos y crestas visitadas por Sahling *et al.* (2016). La estructura más cercana a las actividades de perforación del Proyecto es la Estructura del Lecho Marino 7, que incluye comunidades quimiosintéticas en la Subestructura 7a y 7b, localizadas al norte del Área Contractual (**Figura 4-65**). Esta estructura está cubierta por sedimentos, con afloramientos de asfaltos y mejillones de la familia Vesicomydae, vestimentíferos y tapetes de bacterias dispersos en la zona. La Estructura del Lecho Marino 4 se localiza 52 km al noroeste del Área Contractual, donde se encontraron asfaltos y carbonatos, pero no se observaron comunidades quimiosintéticas.

Tabla 4-30. Comunidades quimiosintéticas de los montículos de Campeche y otras estructuras marinas identificadas por Sahling *et al.* (2016) en relación al Área Contractual

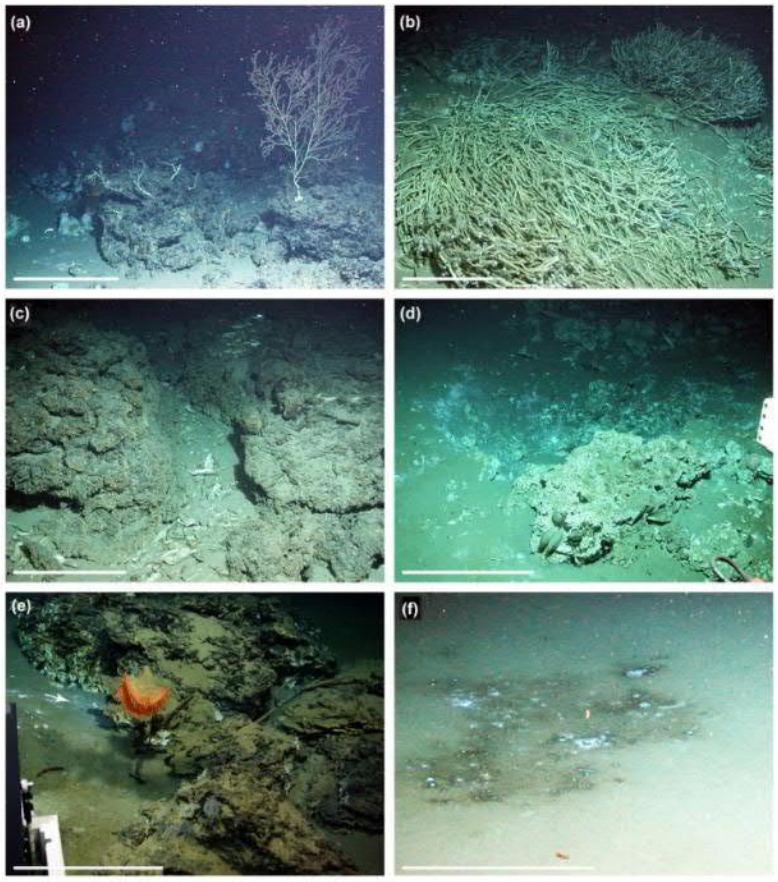
Estructura de Lecho Marino	Descripción de Comunidades Presentes	Distancia al Área Contractual
Estructura 7a y 7b de lecho marino	Sedimentos cubiertos, afloramiento de asfaltos, mejillones de la familia Vesicomydae dispersos, gusanos tubícolas vestimentíferos, tapetes de bacterias.	27 km
Estructura 4 de lecho marino	Asfáltico o carbonato	52 km
Estructura 6 de lecho marino	Depósitos de asfaltos de cerca de diez metros de diámetro.	53 km
Montículo Chapopote	Volcán de asfalto formado por fragmentos de bloque de asfalto con sedimentos blandos entremezclados. El montículo está habitado por moluscos bivalvos incluyendo *Bathymodiolus heckerae*, *B. brooksii*, gusanos tubícolas vestimentíferos y una variedad de organismos atraídos por el Sistema de filtración natural, como los *Munidopsis geyeri*	80 km

Estructura de Lecho Marino	Descripción de Comunidades Presentes	Distancia al Área Contractual
	y crustáceos como *Alvinocaris muricola*, gasterópodos, y esponjas.	
Montículo Mictlan	Volcán activo que tiene una cresta similar a un cráter, con estructuras diversas y generalizadas asociadas a emanaciones de hidrocarburos pesados. Las emanaciones de petróleo ocurren a través de un montículo plano cubierto de gusanos tubícolas vestimentíferos, mejillones Bivalvos (*Bathymodolus brooksi*), tapetes de bacterias y varios grupos epizoicos que se alimentan de partículas suspendidas como esponjas, hidrozoos y anémonas.	89 km
Estructura 3 de lecho marino	Asfalto, gusanos tubícolas, mejillones.	53 km
Estructura 2 de lecho marino	Piezas de carbonato o asfalto, tapetes de bacterias dispersos.	62 km
Montículo Tsanyao Yang	Volcán de asfalto activo. Cuando no presenta una amplia dispersión de depósitos de asfalto, presenta exposiciones de hidratos de gas. Los hidratos de gas están densamente poblados por gusanos tubícolas vestimentíferos, con racimos de almejas Vesicomydae.	132 km
Estructura 1 de lecho marino	Asfalto, gusanos tubícolas vestimentíferos, coral blando.	79 km
Cresta UNAM	Volcán de relativamente poca profundidad con al menos cinco chimeneas activas. Se ubica sobre superficies erosionadas de asfaltos y carbonatos manchados de hierro/manganeso, con presencia de corales blandos y otras especies que se alimentan de partículas en suspensión. Los gusanos tubícolas recumbentes son dominantes en este montículo, aunque también se integran parches de gusanos tubícolas vestimentíferos. Ver **Imagen 4-1: (a)** Muestra Coral Blando y otras especies que se alimentan de partículas en suspensión sobre Carbonatos autigénicos manchados de hierro/ manganeso; **(b)** Muestra gusanos tubícolas vestimentíferos recumbentes; **(c)** Muestra carbonatos autigénicos y mejillones mitílidos; **(d)** Muestra algunos mejillones mitílidos vivos unidos a carbonatos (primer plano) y una depresión circular de 1 m de ancho.	119 km
Estructura 5 de lecho marino	Asfalto o carbonato, tapetes de bacterias.	78 km
Montículo 2000	Carbonatos y posiblemente asfaltos, tapetes blanquecinos de bacterias en suelos marinos negruzcos, gusanos tubícolas pogonóforos **Imagen** 4-1 **(e)** muestra gusanos tubícolas frenulata recubiertos de manchas de sedimentos blanquecinos (flecha) cercanos a carbonatos habitados por especies que se alimentan de partículas en suspensión (*Actinoscyphia* sp., anemonas, esponjas); **(f)** muestra manchas blancas en el lecho marino que se interpretan como tapetes blanquecinos de bacterias sobre sedimentos negruzcos.	120 km

Fuente: Sahling et al. 2016a, Sahling et al. 2016b y Sahling et al. 2015

Imagen 4-1. Imágenes del Lecho Marino de los estudios UNAM Ridge (a–d) y Montículo 2000 (e, f; Sahling *et al.* 2016a)

a) Coral blando y otros detritívoros en suspensión en carbonatos autigénicos manchados con manganeso y hierro
b) Vestimentíferos recumbentes.
c) Carbonatos autigénicos y conchas de mitílidos.
d) Algunos mitílidos incrustados a carbonatos (en primer plano) y una depresión de 1 m de ancho.
e) Gusanos tubícolas frenulados recuperados de muestras de sedimento blanquecino (flecha) a lado de los carbonatos habitados por organismos detritívoros en suspensión (Actinoscyphia sp., anémonas, esponjas).
f) Parches blanquecinos en el lecho marino interpretados como tapetes de bacterias en sedimentos obscuros.
La escala gráfica en todas las imágenes es de 50 cm.



Todas las imágenes son cortesía de MARUM.
Fuente: Sahling et al. 2016a

4.2.2.3.2 Áreas Naturales Protegidas

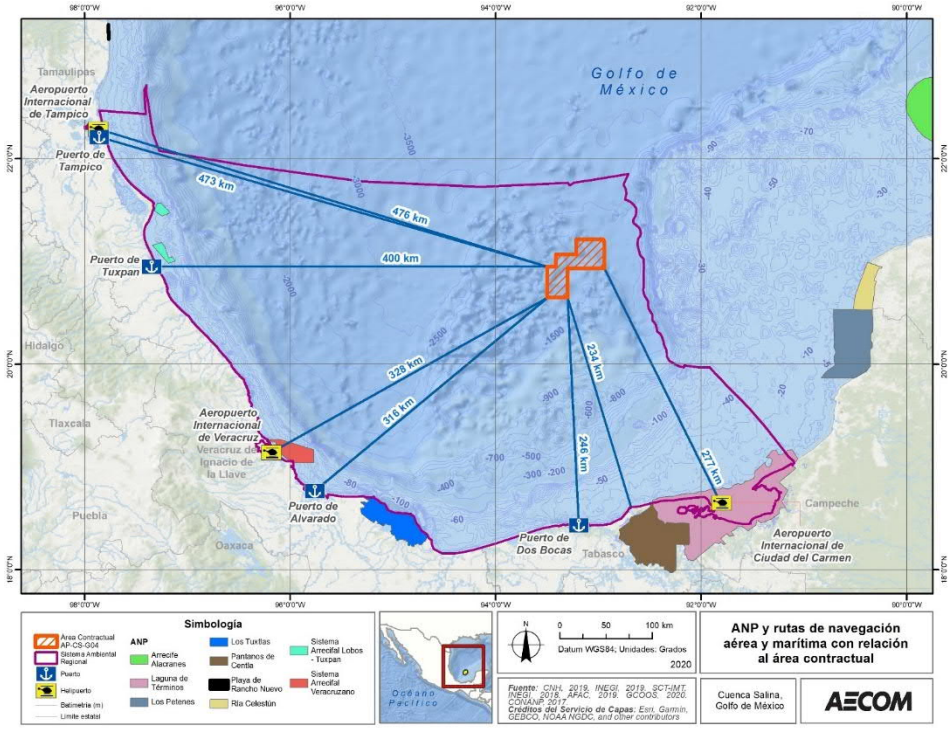
La LGEEPA (SEDUE 1988) define a las ANP en México como zonas donde el ambiente original no ha sido alterado significativamente por la actividad humana, o zonas que necesitan ser preservadas o restauradas. La asignación de las ANP está supervisada por la CONANP. La LGEEPA identifica diferentes categorías de ANP en México entre ellas:

- Reserva de la Biósfera
- Parques Nacionales
- Monumentos Naturales
- Áreas de Protección de Recursos Naturales

- Áreas de Protección de Flora y Fauna
- Santuarios
- Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales;
- Zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, y
- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

Como se muestra en el **Capítulo 3**, **Figura 3-4**, el Área Contractual no está dentro de ninguna ANP. Sin embargo, las rutas de vuelo que utilizará el helicóptero para el Proyecto al estar en la zona de trayectoria, potencialmente cruzarán por la porción noroeste del ANP Sistema Arrecifal Veracruzano (saliendo del Aeropuerto internacional de Veracruz) y por la ANP Laguna de Términos (desde el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen) cuando viajen hacia o desde el Área Contractual (**Figura 4-67**). La descripción de las ANP dentro de los límites del SAR se muestra en la **Tabla 4-31**.

Figura 4-67. ANP con potencial interacción con las rutas de navegación aérea (helicópteros) y marítima (OSV) de y hacia el Área Contractual



Fuente: AECOM 2018ª

Tabla 4-31. ANP en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	Tiene dos designaciones, una como sitio Ramsar y otra como "Reserva de la Biósfera" por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Posee una gran diversidad biológica,	En el área coexisten 37 especies con alguna categoría de riesgo. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas destacan: el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el dientes rugosos (*Steno bredanensis*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en Protección especial, la tortuga caguama (*Caretta*

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	así como colonias coralinas de alta resiliencia, que los hace únicos, que constituyen una barrera natural, protegiendo la línea de costa de los efectos de las tormentas y los huracanes (CONANP 2017).	*caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en Peligro de extinción (CONANP 2017). Se han registrado tres especies exóticas invasoras: el coral de copa naranja (*Tubastrea coccinea*), el pez león (*Pterois* sp.) y la medusa (*Phyllorhiza punctata*). En marzo de 2014, se capturó en Chachalacas, Veracruz, aproximadamente 25 km al norte del PNSAV, un ejemplar de camarón tigre (*Penaeus monodon*).
Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	Es la laguna más grande y con mayor biodiversidad de la costa Mexicana del Golfo de México. Entre los servicios ecosistémicos que ofrece están los sitos de descanso, anidación y crianza para aves migratorias, crustáceos y peces (CONANP 2018). Los humedales (manglar y tular) de la región de la Laguna de Términos cubren más de 259,000 hectáreas de litoral y son los más importantes en cobertura en la zona costera del Golfo de México. Así mismo, estos humedales, junto con los de Tabasco, forman una unidad ecológica costera considerada por su productividad natural y biodiversidad, como la más importante en Mesoamérica (CONANP 1997).	Entre las especies en Peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se enlistan: el jaguar *(Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis),* margay (*Leopardus wiedii*), el mono araña de mano negra (*Ateles geoffroyi*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*, SIMEC 2018, CONANP 2018).
Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan	Se conforma por seis formaciones de corales tipo plataforma donde habitan 1,110 especies de flora y fauna (Gonzales *et al*. 2013).	La IUCN (2008) registra como especies en peligro crítico de extinción al coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y al coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*). La importancia de su biodiversidad radica en la presencia de 31 especies de corales escleractinios y dos hidrocorales, ocho equinodermos, cinco esponjas, una de anélidos, seis moluscos, 66 artrópodos, 281 peces, tres mamíferos marinos, 36 aves y 78 plantas (CONANP 2014), así como la presencia de dos especies de corales, tres de mamíferos marinos, dos de plantas, cuatro de reptiles y una de aves incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, además se ha registrado la presencia de especies introducidas principalmente en Isla Lobos, como la *Casuarina equisetifolia* (CONANP 2014).
Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas	Se caracteriza por su notable diversidad de especies de plantas y animales, sin embargo, es una zona fuertemente amenazada por el crecimiento demográfico, la ganadería, la extracción ilegal de	Se estima que alrededor de 68 especies de flora y 214 de fauna están dentro de alguna categoría de riesgo.

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	especies florísticas y faunísticas, la deforestación, entre otras.	

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.3 Regiones Marinas Prioritarias

Como se muestra en el **Capítulo 3, Figura 3-5**, el Área Contractual no está dentro de ninguna RMP. El Puerto de Dos Bocas y el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen se ubican dentro de la RMP Pantanos de Centla – Laguna de Términos. Los puertos de Tampico y Alvarado se ubican parcialmente dentro de las RMP Pueblo Viejo - Tamiahua y Sistema Lagunar de Alvarado, respectivamente. Los OSV cruzarán a través de la RMP Pantanos de Centla-Laguna de Términos cuando viajen entre el Área Contractual y el Puerto de Dos Bocas; así mismo, los OSV cruzarán la RMP Sistema Lagunar de Alvarado cuando crucen hacia el Puerto de Alvarado y la RMP Pueblo Viejo - Tamiahua cuando viajen entre el Área Contractual y el Puerto de Tampico.

El helicóptero del Proyecto volará a través de las RMP Giro Tamaulipeco, Pueblo Viejo-Tamiahua, Laguna Verde - Antón Lizardo y Pantanos de Centla-Laguna de Términos, al viajar desde o hacia el Área Contractual.

Tabla 4-32. RMP en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
RMP 47 Pueblo Viejo – Tamiahua	Zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, aves y peces como el atún y la sierra. No obstante, es considerada como un área con alta biodiversidad que está bajo amenaza potencial (CONABIO 2017d), convirtiéndose en un área altamente perturbada y contaminada, ya que se ha modificado el entorno y hay contaminación por descargas de agua dulce, arrastres, por petróleo, basura, desechos sólidos, fertilizantes, además, actividades industriales.	Habitan especies como el loro rey *(Amazona oratrix*), el loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), el pez (*Poecilia latipunctata)*, el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii)*, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el caballito de mar (*Hippocampus erectus)*, el mangle negro (*Avicennia germinans)*, el mangle botón (*Conocarpus erectus*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), la bo*a constrictor* y la nutria (*Lontra longicaudis*).
RMP 48 Tecolutla	Presenta endemismos en peces, además es una zona de reproducción y alimentación de delfines nariz de botella y tortugas (CONABIO 2017e). Por desgracia ha sufrido deforestación y modificación de la vegetación, así como desecación de ríos y mantos freáticos. Se ubicada a 329 km al oeste del Área Contractual.	Alberga crustáceos, peces, tortugas, aves migratorias, tulares, manglares y halófitas.
RMP 49 Laguna Verde – Antón Lizardo	Es una zona turística importante y hotelera, con actividad petrolera, industrial y urbana, ubicada a 283 km al suroeste del Área Contractual. Considerada como hotspot de biodiversidad, compuesto de humedales, hábitats oceánicos, estuarios, marismas y bahías. Es un corredor migratorio para aves de presa e incluye un hábitat crítico para moluscos y peces (CONABIO 2017f).	Es un corredor migratorio de rapaces y refugio de camarones y peces. Con gran endemismo de peces (*Cathorops spp, Centropomus poeyi*, *Gobionellus claytoni*, *Citharichthys abbotti*), moluscos (*Crassostrea virginica*) y plantas (*Amaranthus greggii*, *Hyperbaena jacomulcensis*, *Citharoxilum ellpiticum*, *Dioon edule*, CONABIO 2017f).
RMP 50 Sistema	Esta RMP presenta una notable modificación del entorno debido a la tala de manglar, el daño al ambiente por embarcaciones	Esta zona es rica en equinodermos, moluscos, poliquetos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos,

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
Lagunar de Alvarado	pesqueras y la contaminación por desechos sólidos, agroquímicos, fertilizantes, contaminantes industriales y de ingenios azucareros.	manglares, tulares, carrizales y popales. Además, presenta gran endemismo de peces, crustáceos, moluscos y fanerógamas. Se estima que alberga alrededor de 82 especies de peces, cinco especies de anfibios, 15 especies de mamíferos, 26 especies de crustáceos, 38 especies de moluscos (CONABIO 2017g).
RMP 51 Los Tuxtlas	Es una zona con poca información reportada, ya que, aunque existe daño al ambiente, éste no ha sido evaluado. Se localiza a 246 km al suroeste del Área Contractual (CONABIO 2017h).	Es diversa en fitoplancton, zooplancton, crustáceos, peces, manglares, pastos marinos. Cuenta con un gran número de especies endémicas de peces, ya que es conocida como un área de cría, incluyendo al plateadito de La Palma (*Atherinella ammophila*), el plateadito de Eyipantla (*Atherinella marvelae*), la mojarra (*Cichlasoma aureum*), el guatopote manchado (*Heterandria bimaculata*), el juil descolorido (*Rhamdia guatemalensis*) y el almirante del hule (*Rivulus tenuis;* CONABIO 2017h)
RMP 52 Delta del Río Coatzacoalcos	Es una zona turística y petrolera, con actividades industriales y de transporte. Se ha visto modificado el entorno a causa de la tala de manglar, la instalación de terminales marítimas petroleras y la contaminación por desechos urbanos e industriales. Se ubica a 241 km al suroeste del Área Contractual (CONABIO 2017i).	Entre las especies que alberga están poliquetos (Paraprionospio pinnata, Streblospio benedicti, Mediomastus californiensis, Pisione remota), moluscos (Chione infundibuliformis), peces (Dorosoma anale, Ictalurus meridionalis, Trinectes maculatus, Achirus lineatus), aves residentes y migratoria, manatí (Trichechus manatus) y manglares (CONABIO 2017i).
RMP 53 Pantanos de Centla - Laguna de Términos	A pesar de haber sido catalogada por CONABIO como uno de los ecosistemas marinos más importantes a lo largo de la costa sur del Golfo de México, se desarrollan en esta región actividades petroleras, industriales, forestales, de transporte, agrícolas y ganaderas. Se localiza aproximadamente a 78 km al sur del Área Contractual (CONABIO 2017j).	Cuenta con selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable y matorral espinoso inundable, donde habitan moluscos, poliquetos, crustáceos, insectos, peces, reptiles, aves, mamíferos marinos, algas y manglares. Se han reportado especies endémicas como el pez aguja maya (*Strongylura hubbsi)* y el pez sapo mexicano (*Batrachoides goldmani*), así como numerosas especies de plantas endémicas (CONABIO 2017j).
RMP 54 Giro Tamaulipeco	Se sabe que es una zona pesquera con conflictos internacionales y explotación de tiburón, atún y sardina, afectada por contaminantes industriales y petroleros. Es enteramente oceánica y el Área Contractual se ubica 100 km al este (CONABIO 2017k).	Alberga fitoplancton, zooplancton, peces, aves residentes y aves migratorias (CONABIO 2017k).

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.4 Sitios Prioritarios Marinos

Como se discutió en el **Capítulo 3,** el Área Contractual no se superpone con ningún SPM. Sin embargo, el SPM más cercano corresponde a Cañón Submarino de Campeche, localizado 2 km al este del Área Contractual, así mismo, se espera que la ruta de vuelo del helicóptero hacia y desde el Aeropuerto Internacional de Veracruz cruce el SPM Sistema Arrecifal Veracruzano. Por otro lado, el servicio de helicópteros del Proyecto entre el Área Contractual y el Aeropuerto de Tampico probablemente cruzará una porción de los SPM Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas y Lagunas Pueblo Viejo-Tamiahua, así como el SPM Laguna de Términos cuando transiten hacia y desde el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen (**Tabla 4-33**).

En el caso de los OSV, cuando viajen de o hacia el puerto, podrían navegar y cruzar sobre las siguientes áreas:

- En el caso del Puerto de Tampico, por el SPM Lagunas Pueblo Viejo-Tamiahua.
- En el caso del Puerto de Tuxpan, por el SPM Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan.
- En el caso del Puerto de Alvarado, por la porción norte del SPM Sistema Lagunar Alvarado y,
- En el caso del Puerto de Dos Bocas, por el SPM Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco.

Tabla 4-33. SPM en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
SPM 53 Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas	Representado por lagunas y vegetación halófila, en donde habitan numerosas especies de aves y representa un importante sitio de pesca comercial de crustáceos, moluscos y peces (*Mugil cephalus*, CONABIO 2008g).	Las especies bandera del SPM son *Amazona oratrix*, *Amazona virigenalis* y *Geothlypis flaveolata* (especies consideradas como globalmente en peligro y vulnerables, respectivamente). Otras especies endémicas presentes en el sitio son *Aratinga holochlora, Amazona viridigenalis, Piculus auroginosus, Corvus imparatus, Geothlypis flavovelata* y *Rhodothraupis celaeno* (CONABIO 2008g).
SPM 54 Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua	Es un área altamente perturbada y contaminada. Su potencial biológico radica en ser una zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, aves y peces; además funciona como un sitio de cría para moluscos bivalvos y gambas, así como hábitat para aproximadamente 100 especies de peces.	Entre las especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 están: Bravaisia integérrima, Conocarpus erecta Rhizophora mangle, Cichlasoma labridens, Hippocampus zosterae, Crocodylus moreletii, Ctenosaura similis, Haliaeetus leucocephalus, Amazona viridigenalis y Trichechus manatus.
SPM 55 Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan	Es uno de los pocos ecosistemas de su tipo en el país y por sus características ambientales junto con los del Sistema Arrecifal Veracruzano son de los pocos arrecifes en el mundo sumamente complejos y que se presentan en aguas relativamente turbias. Por lo anterior es considerado como un sitio importante para la conservación por CONABIO (2008h).	Posee aproximadamente 31 especies reportadas de corales pétreos (Scleractinia), así como 250 de peces, 25 de moluscos, más de 60 de crustáceos y 100 especies de algas (CONABIO 2008h). Entre las especies en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 están *Rhizophora mangle Avicennia germinans*, *Tursiops truncates, Lutjanus cyanopterus*, *Aetobatus narinari* y *Epinephelus striatus*.
SPM 56 Humedales Costeros del Río Tecolutla – Bajos del Negro	Se considera como una zona prioritaria por su alta diversidad, incluye zonas oceánicas, ríos, estuarios y playas, así como manglares conservados, humedales y dunas. Sin embargo, ha sido impactada por la deforestación, modificación de la	Se caracteriza por su diversidad de peces, tortugas, aves, mamíferos y crustáceos, principalmente la mascarita de Altamira (*Geothlypis flaveolata*) y la especie "bandera" tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*). Entre las especies bajo alguna categoría

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	vegetación, así como desecación de ríos y mantos freáticos.	dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se enlistan el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), la boa constrictor, el sapo cresta grande (*Bufo cristatus*), la culebra *Leptophis mexicanus*, la tortuga gravada (*Trachemys scripta*), la iguana verde (*Iguana iguana*), la rana de cascada (*Rana pustulosa*), la garza tigre mexicana (*Tigrisoma mexicanum*) y la nutria marina (*Enhydra lutris*).
SPM 58 Humedales Costeros del centro de Veracruz	Es un sitio importante para la anidación del charrán mínimo (*Sterna antillarum*) y, en general, un hábitat para aproximadamente 236 especies de aves neotropicales migratorias (CONABIO 2008e). Además, se considera como un corredor migratorio de rapaces y refugio de camarones y peces que ha sido dañado por embarcaciones e impactado por actividades agrícolas, pecuarias, petroleras, industriales y urbanas.	Se caracteriza por presentar especies bandera como el cangrejo azul (*Chardisoma ghuanumi*) y el charrancito americano (*Sterna antillarum*). Así como especies bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son: *Saurauia serrata*, *Astronium graveolens*, *Roystonea regia, Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Boa constrictor*, l*Lepidochelys kempii, Dermophis mexicanus, Busarellus nigricollis* y *Bassariscus sumichrasti*.
SPM 59 Sistema Arrecifal Veracruzano	Constituye un área marina que comprende 23 arrecifes de diferentes tamaños, formas y profundidad, distribuidos en 2 grandes grupos separados por la desembocadura del río Jamapa. La fauna observada en los arrecifes corresponde a 1,101 especies. Estudios recientes indican que estos arrecifes tienen una tasa de recuperación mayor que la de otros sistemas arrecifales del Golfo de México, lo que lo cataloga como un sitio extremadamente importante para la conservación.	Alberga aproximadamente 122 especies de algas rojas, 70 de algas verdes, 47 de esponjas, 84 de moluscos, 140 de crustáceos, 256 de peces, 10 de reptiles y 81 especies de aves (CONABIO 2008m). Presenta especies bandera como son el coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el coral laberinto (*Meandrina meandrites*), mismas que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, al igual que *Pseudophoenix sargentii, Chelonia mydas*, *Falco peregrinus, Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Boa constrictor*, *Lepidochelys kempii*.
SPM 60 Sistema Lagunar de Alvarado	El humedal de Alvarado destaca como el segundo lugar en cuanto a extensión en la zona del Golfo de México, es considerado el tercer humedal de mayor extensión en México. Ofrece un hábitat de cría, refugio y alimentación para camarones, cangrejos y lubinas, además de actuar como barrera natural contra mareas extremas, inundaciones y erosión de la costa (CONABIO 2008b).	Entre sus especies bandera destacan el pato real (*Cairina moschata*) y el manatí (*Trichechus manatus*). Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo están *Carpinus caroliniana, Talauma mexicana*, *Roystonea dunlapiana, Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Pristis pectinate*, *Dermophis mexicanus, Ateles geoffroyi y Leopardus wiedii*.

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
SPM 61 Plataforma Continental Frente a los Tuxtlas	Está conformado por lagunas costeras, humedales, dunas y arrecifes y se considera como un sitio importante para la conservación por la CONABIO (2008l).	El fitoplancton, el zooplancton y los crustáceos están entre las especies clave presentes en comunidades de coral y pastos marinos, las cuales posibilitan el equilibrio en la disposición de las especies, por lo que también es un hábitat importante para cría de peces (CONABIO 2008l).
SPM 62 Cuenca Baja y Delta del Rio Coatzacoalcos	Al estar conformado por manglares, playas, rizomas, tulares, humedales, pantanos, ríos y lagunas, es considerado por la CONABIO (2008d) como un sitio importante para la conservación. Sin embargo, la cercanía de Coatzacoalcos a los recursos petroleros de la Bahía de Campeche ha producido desde 1960 un acelerado desarrollo industrial de la zona que afecta en grado extremo los ecosistemas estuarinos y costeros de la cuenca baja del río.	Entre las especies bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se enlistan el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), el izote de árbol (*Yucca lacandonica*), el jocote mamaey (*Spondias radlkoferi), el junco de bejuco, (Chamaedorea elatior),* el mangle blanco *(Laguncularia racemosa),* el sapo cresta grande (*Bufo cristatus),* el geco enano collarejo *(Sphaerodactylus glaucus),* la garza agamí (*Agamia agamí),* el perico pecho sucio *(Aratinga nana),* el mono aullador *(Alouatta palliata),* el murciélago narigudo (*Rhynchonycteris naso),* el oso hormiguero enano *(Cyclopes didactylus),* el cacomixtle tropical *(Bassariscus sumichrasti)* y el Manatí (*Trichechus manatus*).
SPM 63 Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco	En el Estado de Tabasco se presenta la mayor extensión de humedales en el país. Estas características permiten que posea una gran diversidad de flora y fauna, por lo que son considerados como uno de los ecosistemas más representativos de la biosfera. Se conforma por comunidades de algas, marismas, playas, lagunas costeras, estuarios, dunas costeras, bosques tropicales inundados, bosques altos, tular, carrizos, palmares inundables, rizomas y matorrales espinosos (CONABIO 2008i).	Entre las especies bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se enlistan el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), la caña chiquiyul (*Bactris balanoidea)*, la palma real mexicana (*Roystonea dunlapiana*), la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), el bagre Lacandón (*Potamarius nelsoni*), la mojarra del Misalá (*Thorichthys socolofi),* la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), la tortuga-pecho quebrado (*Kinosternon acutum*), el sapo-boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*), la aguililla canela (*Busarellus nigricollis*), el águila arpía (*Harpia harpyja*), el carpintero castaño (*Celeus castaneus),* el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguar (*Panthera onca*), el tlacuache arborícola (*Caluromys derbianus*) y el geco enano collarejo *(Sphaerodactylus glaucus).*
SPM 64 Laguna de Términos	Es un área de Protección de Flora y Fauna, sus sistemas pantanosos o humedales, junto con los de Tabasco, forman la unidad ecológica costera más importante de Mesoamérica por su productividad natural y biodiversidad. Sin embargo, ha sido impactada debido a la influencia de Villahermosa y por actividades de la	Entre sus especies representativas están el pulpo mexicano cuatro ojos (*Octopus Maya*), el plateadito chimalapa (*Atherinella schultzi*), el palo de rosa (*Tabebuia rosea*), la mata de gusano (*Lonchocarpus hondurensis*), el amargoso (*Vatairea lundellii*), la chaca o palo mulato (*Bursera simaruba*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela*

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos, sólidos, agroquímicos y metales. Así como por arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros.	*odorata*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la garza cucharón (*Cochlearius cochlearius*), la espátula rosada (*Ajaia ajaja*), el pato real (*Cairina moschata*), el pijije ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*), el cerceta ala azul (*Anas discors*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el ibis blanco (*Eudocimus albus*).
SPM 101 Cañón Submarino de Campeche	Es una de las estructuras geomorfológicas más importantes en la región además de ser la única en el sur del Golfo de México. Es un hotspot de biomasa tanto primaria como secundaria en el fondo marino debido a la alta diversidad y abundancia de especies. Coexisten en esta área tramas alimentarias fotoautotróficas y quimioautotróficas. Coexiste la fauna abisal y de plataforma en el cañón junto con fauna de escarpe que incluye una gran agregación de especies sésiles que generan complejidad estructural y funcional del ecosistema con interacciones complejas.	Las especies bandera, endémicas y de alto valor comercial del cañón incluyen peces, esponjas, hidroides, crustáceos (*Metharpinia floridiana*, *Syrrhoe* sp. y *Halice* sp.) y moluscos bivalvos (quimioautotróficos).
SPM 97 Arrecife Profundo de Cabo Rojo	Está clasificado como un sitio "extremadamente importante" para la conservación por la CONABIO (2008a) debido a la presencia de colonias de corales de aguas profundas localizadas de 300 a 500 m de profundidad.	Los corales de profundidad como *Lophelia pertusa* comprenden un hábitat megadiverso para especies marinas de aguas profundas y pesquerías.

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.5 Sitios Ramsar

Como se muestra en el **Capítulo 3, Figura 3-7**, el Área Contractual no se ubica dentro de ninguno de los Sitios Ramsar. Sin embargo, los puertos de Tuxpan y Alvarado están dentro de la porción sur del Sitio Ramsar Manglares y Humedales de Tuxpan y el Sitio Ramsar Sistema Lagunar de Alvarado, respectivamente. La ruta de vuelo del helicóptero del Proyecto podría pasar sobre los Sitios Ramsar Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz y la porción oeste del Sistema Arrecifal Veracruzano, al viajar entre el Área Contractual y el Aeropuerto Internacional de Veracruz, así como por el sitio Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos al viajar entre el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen y el Área Contractual (**Tabla 4-34**).

Tabla 4-34. Sitios Ramsar en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
Manglares y Humedales de Tuxpan	Es el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan con aproximadamente 3,500 ha (Ramsar 2006b). Están considerados como el último reservorio de vegetación costera original del municipio de	Las especies reportadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluyen Agkistrodon bilineatus, Falco columbarius, Ardea herodias, Buteogallus anthracinus,

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	Tuxpan. Una gran variedad de aves está reportada para el sitio. Estos humedales revisten un importante hábitat para muchas especies de estuario y marinas. La Laguna de Tampamachoco representa también una de las lagunas más ricas en especies de peces (aproximadamente 179).	Campephilus guatemalensis, Crocodylus moreletii, Ctenosaura acanthura, Danaus plexippus, Charadrius melodus, Kinosternon herrerai y Mycteria americana. Así como las cuatro especies de manglar reportadas en México: Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus.
Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	Su importancia radica en la gran biodiversidad que ostenta, así como su alta productividad en términos de pesquerías y belleza escénica, y para los procesos de tasas de recambio, intercambio genético, recolonización y estabilidad general del ecosistema.	Dentro de la lista de especies reportadas bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 están Pseudophoenix sargentii, Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Tursiops truncatus, Falco peregrinus, Sterna antiullarum, Ctenosaura similis, Boa constrictor, Iguana, Caretta, Chelonia mydas, Eretmochelys imbricata, Lepidochelys kempii, Dermochelys coriacea, así como los corales Acropora palmata, Acropora cervicornis, Plexaura homomalla.
Sistema Lagunar Alvarado	Es un sistema lagunar-estuarino compuesto por lagunas costeras salobres (Ramsar 2004b), se destaca por ser el segundo de mayor extensión en la zona del Golfo de México, razón por la cual alberga los bosques de manglar más extensos del estado de Veracruz. Estas características lo hacen apto para albergar una gran diversidad de especies, ya que se ha encontrado que de las 346 especies de aves reportadas en AICAS, 305 habitan en los diferentes tipos de vegetación de este sistema.	Dentro de la lista de especies reportadas bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 están Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Trichechus manatus, Cairina moschata, Heliornis fulica, Aratinga holochlora, Amazona oratrix, Doricha eliza, Geranospiza caerulescens, Falco femoralis, Nomonyx dominicus y Amaurolimnas concolor.
Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz	Son lagunas interdunarias de agua dulce, someras, que se establecen debido al afloramiento del manto freático, por lo que constituyen sistemas poco frecuentes en el resto del país, lo que les da un valor especial regional. Además, se localizan en la ruta del corredor migratorio de aves rapaces más grande del mundo	Dentro de este Sistema es posible encontrar plantas acuáticas como *Nymphoides indica, Nymphaea ampla* (flor de agua), *Salvinia* sp., *Ceratophylum* sp., *Typha latifolia* (junco), *Phragmites communis* (el carrizo), *Paspalum* sp., *Thalia geniculata* (peguajó), *Pluchea odorata* (lechuga de agua), *Eichhornia crassipes* (lirio acuático) y *Pistia statiotes*. Así como a la cigüeña americana (*Mycteria americana*), que está sujeta a protección especial.
Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	La Laguna de Términos representa el cuerpo de agua de mayor volumen en la porción mexicana del Golfo de México (Ramsar 2006a), sus manglares son considerados como los más representativos del Golfo y Caribe de México. Los pantanos de Campeche y Tabasco contienen la mayor	En la actualidad se tiene conocimiento de más de 50 especies con diferentes grados de riesgo, entre ellas están la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), el pato real (*Cairina moschata*), el halcón fajado (*Falco femoralis*), el aguililla canela (*Busarellus nigricollis*), el milano caracolero

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
	diversidad de plantas acuáticas de Mesoamérica.	(*Rostrhamus sociabilis)* y la cacerolita de mar *(Limulus polyphemus).*

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Como se mostró en el **Capítulo 3, Figura 3-8**, el Área Contractual no se ubica dentro de ningún AICA. Sin embargo, las rutas de vuelo del helicóptero potencialmente podrían cruzar la porción sureste del AICA Centro de Veracruz, al viajar entre el Área Contractual y el Aeropuerto de Veracruz y, la porción este del AICA Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz, al viajar entre el Área Contractual y el Aeropuerto de Tampico. Así mismo, el Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen se ubica en el AICA Laguna de Términos. Por otro lado, los puertos de Tampico y Alvarado están ubicados dentro de las AICAS Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz y Humedales de Alvarado, respectivamente. Mientras que el Puerto de Dos Bocas está a 2.8 km del AICA Pantanos de Centla.

Tabla 4-35. AICAS en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
AICA 41 Humedales de Alvarado	Es un sistema de lagunas que presenta dunas con manchones de matorral espinoso, selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia. En las riberas lagunares se presentan manglares, tifales y popales, así como áreas inundables. Presenta una alta diversidad avifaunística con especies amenazadas (AvesMX 2015c).	Entre las especies de aves que alberga están el Crypturellus cinnamomeus, Dendrocygna autumnalis, Anser caerulescens, Colinus virginianus, Columbina inca.
AICA 88 Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz	Es una de las zonas más importantes para la conservación de las aves en México, ya que mantiene poblaciones de seis especies endémicas y se ubica dentro de la principal área de endemismos de toda la Planicie Costera del Golfo, es considerado uno de los humedales prioritarios para la conservación de aves acuáticas (AvesMX 2015d).	Entre las especies de aves que alberga están Anser caerulescens, Spatula discors, Spatula clypeata, Anas platyrhynchos, Aythya collaris, Cyanocompsa parellina, Cardinalis sp.
AICA 149 Centro de Veracruz	Es el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán). Posee aproximadamente doce especies de aves endémicas o de distribución restringida y cuatro de las 19 especies de aves enlistadas para México en el libro rojo de la IUCN, además cerca del 34% de las especies de la NOM-059 (AvesMX 2015b).	Entre las especies de aves que alberga están Crypturellus cinnamomeus, Mareca strepera, Geococcyx velox, Colibri thalassinus, Atthis heloisa, Numenius americanus, Spatula discors (AvesMX 2015b).
AICA 170 Laguna de Términos	Es el sistema lagunar estuarino de mayor extensión y volumen del país, constituyendo un complejo costero adjunto a la plataforma continental marina adyacente. Aloja 84 especies dentro de alguna de las categorías de amenaza, representando el 53.5 % del total de especies de la península con alguna categoría de riesgo (AvesMX 2015a).	La avifauna del sitio se compone por la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis),* el chotacabras zumbón *(Chordeiles minor),* el rascón cuello canela *(aramides axillaris),* el playero occidental (*Calidris mauri*), la garza dedos dorados *(Egretta thula*), el gavilán bicolor (A*ccipiter bicolor*), el halcón fajado (*Falco femoralis),* el mosquero atila (*Attila spadiceus), el* saltón picudo

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
		(*Ramphocaenus melanurus)*, el tordo gigante (*Molothrus oryzivorus*) y el saltador cabeza negra (*Saltator atriceps*), entre otros.

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.7 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Área Contractual no se ubica dentro de ninguna RHP (**ver Capítulo 3, Figura 3-9**). Las cuatro RHP que se sobrelapan parcialmente con el SAR son Cenotes de Aldama, Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan y Laguna de Términos-Pantanos de Centla, en ésta última se ubica el Puerto de Dos Bocas. Aunque el Proyecto no interactuará directamente con estas áreas, las RHP son contiguas a las aguas costeras y, por lo tanto, son potencialmente vulnerables a eventos no planeados que podrían afectar la calidad del agua dulce o los hábitats acuáticos (**Tabla 4-36**).

Tabla 4-36. RHP en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
RHP 73 Cenotes de Aldama	Por la integridad del ecosistema, la biota de estos ambientes está bien representada, sin embargo, la formación de canales, la desecación y modificación de la vegetación para agricultura han alterado el equilibrio de la región.	Presenta endemismos, especies amenazadas de tortugas, ranas y aves
RHP 79 Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan	Su alta diversidad de hábitats acuáticos (ríos, meandros, humedales, lagunas y pantanos) es reflejo de su gran producción primaria y secundaria. La construcción de carreteras, el relleno de áreas inundables y modificación de la vegetación por actividades agrícolas (cultivo de caña) ha modificado el entorno, lo cual aunado a la contaminación por actividad petrolera y los desechos de la industria azucarera (ingenio San Cristóbal, papelera, desechos industriales y urbanos) han mermado la diversidad biológica de la región.	Se tiene registro de especies amenazadas de peces (Agonostomus monticola, Priapella bonita), reptiles (Claudius angustatus, Dermatemys mawii), aves (Amazona oratrix, Cathartes burrovianus, Charadrius melodus), por mencionar algunas, así como registros de especies endémicas como el crustáceo Lobithelphusa mexicana, los peces Atherinella lisa, A. marvelae, A. sallei, Cichlasoma bulleri, y de las aves Aimophila notosticta y Cyanolyca nana.
RHP 90 Laguna de Términos – Pantanos de Centla	Es uno de los humedales más extensos de Mesoamérica, representando el aporte hídrico más importante en México, del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche. Comprende alrededor de 110 cuerpos de agua dulce epicontinentales permanentes y temporales.	Contiene manglares rojos, blancos y negros, róbalo, manatíes, cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreleti*), caimanes y tortugas marinas.

Fuente: AECOM 2021

4.2.2.3.8 Regiones Terrestres Prioritarias

Como se muestra en el **Capítulo 3, Figura 3-10**, el Área Contractual no se ubica dentro de ninguna RTP. Dada la distancia del Área Contractual a la costa, gran parte de las interacciones directas entre el Proyecto y las RTP son poco probables. El Puerto de Alvarado está ubicado dentro de la RTP Humedales de Papaloapan, donde la navegación de los OSV podría llegar a interactuar parcialmente con dicha RTP (**Tabla 4-37**).

Tabla 4-37. RTP en el SAR

Área	Característica	Especies de importancia / Bandera / En alguna Categoría de Riesgo
RTP 103 Laguna de Tamiahua	Se considera como el límite norte de un manglar extenso y bien estructurado, siendo el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan. Existe una zona de playa importante para el desove de tortuga.	Representa una de las lagunas más ricas en especies de peces, de las que se reportan aproximadamente 120.
RTP 124 Humedales de Papaloapan	Se caracteriza por sus manglares, dunas, marismas y bosque tropical. Representa un área de conectividad y de integración entre sistemas terrestres y de humedales, los cuales están bien conservados. Sin embargo, gran parte de las selvas altas y medianas se perdieron y solo permanecen pequeños fragmentos. Se considera importante ya que puede ser un corredor biológico pero el grado de fragmentación es alto	Está RTP es considerada como un sitio importante para las aves acuáticas migratorias.

Fuente: AECOM 2021

4.2.3 Paisaje

El componente de paisaje para esta MIA-R comprende elementos y características individuales, así como características de mayor escala. El concepto de paisaje combina características naturales del entorno físico y biológico y percepciones psicológicas complejas por parte de los observadores que comparan lo que observan con las imágenes mentales idealizadas (Daniel 2001). El Instituto James Hutton (2014) revisó muchos métodos propuestos para la evaluación del paisaje que consideran las características visibles, la calidad y la sensibilidad del mismo a los cambios que afectan el impacto visual.

El Área Contractual se ubica aproximadamente a 234 km de la costa más cercana y una gran fracción del SAR está en alta mar, bordeada por ambientes cercanos a la costa adyacentes a las tierras bajas costeras a lo largo del este, sur y suroeste (**Figura 4-2**). DTI (2006) reconoce que “las vistas desde el mar mirando hacia el mar serán, por naturaleza, de carácter uniforme y simple, y consistirán en gran parte de solo dos componentes: mar y cielo, y la línea del horizonte entre ellas. Esencialmente, todas estas vistas de mar a mar son iguales y extendidas, y es poco probable que ayuden con el proceso de caracterización del paisaje marino”. Por lo tanto, el mar abierto es visualmente monótono. Las olas inducidas por el viento temporal crean patrones en la superficie del mar; las oleadas más grandes causadas por las mareas y los cambios en la presión atmosférica no son evidentes para los observadores humanos. Sobre el horizonte desde tierra, el paisaje marino muestra poca variación de color, el mar y el cielo azul grisáceo y, en velocidades de viento superiores a la fuerza 5 en la escala de Beaufort, crestas de olas blancas. Los buques son visibles contra el horizonte costa afuera, y cuando se ven desde una distancia, pueden proporcionar un enfoque para el ojo de una manera que mejora la percepción humana del aspecto visual del mar.

4.2.3.1 Visibilidad

La altura de la torre de perforación del buque de perforación dentro del Área Contractual delimita la zona en la que los observadores pueden ver el Proyecto a nivel del mar (la zona de influencia visual). Suponiendo que la parte superior de la torre de perforación esté a 100 m sobre la superficie del mar, esta sería visible teóricamente desde un radio de 37 km. El buque de perforación será visible desde los barcos que entren en la zona de influencia visual y desde los aviones a más de 37 km de distancia. El turismo solo se extiende a este radio ocasionalmente si los barcos de pasajeros pasan por el área y no se acercarán a menos de 2,500 m del buque de perforación. El buque de perforación y los OSV serán notorios donde se puedan ver contra el horizonte y, por la noche cuando sus luces de navegación se acentúen.

4.2.3.2 Calidad del paisaje

La zona de influencia visual del buque de perforación está en un área costa afuera del SAR en el Golfo de México, definida por vistas a gran escala, abiertas y homogéneas. El Golfo es una región productora de petróleo en la que la infraestructura de perforación y producción de petróleo, incluidos los buque de perforación y las plataformas, ha sido históricamente una característica generalizada del paisaje marino modificado antropogénicamente. El buque de perforación desplegado para la perforación de exploración propuesta será totalmente consistente con el carácter de la infraestructura petrolera en la región y no será notoriamente diferente de otras actividades de exploración petrolera. No tendrá un impacto significativo en términos de calidad del paisaje o del paisaje marino. El tráfico marítimo es parte del paisaje marino existente, ya que Tampico, Tuxpan y Alvarado son puertos industriales desde los cuales varios OSV suministran operaciones petroleras costa afuera.

4.2.3.3 Evaluación de la vulnerabilidad del paisaje

Por lo general, la sensibilidad de los paisajes marinos costeros está relacionada con los cambios en las formas de relieve o la vegetación y el contraste de formas y colores, orden y movimiento. El SAR está casi en su totalidad en alta mar y el Área Contractual es muy remota. Con excepción del personal que trabajará en el Proyecto de perforación de exploración, el área no es visitada o vista regularmente por humanos. La zona de influencia visual no contiene ANP, áreas boscosas, áreas utilizadas para la recreación (excepto para la navegación en alta mar), edificios, áreas edificadas o áreas de importancia cultural. Cualquier característica de interés cultural o arqueológico sería submarina y, por lo tanto, no visible en la superficie.

4.2.4 Aspectos socioeconómicos

La información socioeconómica de la MIA proviene de la EvIS del Proyecto. La EvIS se ingresó a la SENER el 28 de agosto de 2018, y fue aprobada por la misma secretaría el 16 de noviembre de 2018.

De acuerdo con las Disposiciones Administrativas de Carácter General para Evaluaciones de Impacto Social del Sector Energético emitidas por la SENER, la EvIS determina tres Áreas de Influencia:

- Un “Área Núcleo”, compuesta del Área Contractual más 500 m de amortiguamiento alrededor del Área Contractual;
- Un “Área de Influencia Directa (AID)”, compuesta por un componente marino adicional de 1,000 m alrededor del Área Núcleo; y
- Un “Área de Influencia Indirecta (AII)”, compuesta por un componente terrestre de los puertos y localidades cercanas, detalladas más adelante.

Las Áreas de Influencia presentadas en la EvIS están dentro del SAR de esta MIA. Dado que el Proyecto se ubica en aguas profundas, no hay ninguna población o localidad dentro del Área Núcleo o AID. Por lo tanto, las siguientes secciones socioeconómicas son parte del AII.

El AII se define como el espacio físico alrededor del AID en donde viven las personas y en donde los elementos socioeconómicos y socioculturales pueden ser indirectamente afectados por el Proyecto (SENER 2018). Con base en esta definición, el AII de la EvIS está compuesta por cuatro áreas, definidas por los puertos potenciales que pueden ser usados por el Proyecto, y sus comunidades adyacentes:

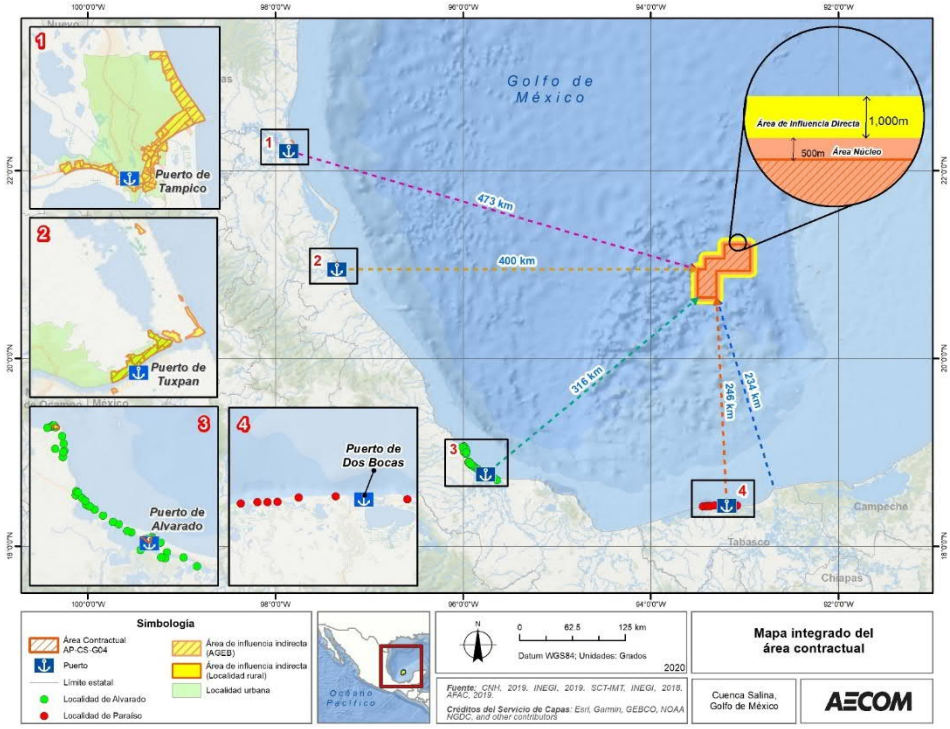
- Tampico, Estado de Tamaulipas
- Tuxpan, Estado de Veracruz
- Dos Bocas, Estado de Tabasco
- Alvarado, Estado de Veracruz

Para delimitar las comunidades del AII, se incluyeron las localidades rurales a lo largo de la costa y comunidades ribereñas a lo largo de los ríos Pánuco y Pantepec. Grandes áreas urbanas como Tampico se subdividieron en Áreas de Geoestadística Básica (AGEB), o grupos de bloques, enfocándose en aquellas frente a ríos o en las

costas, en lugar de considerar el área completa de los municipios. Estas AGEB son cercanas a los puertos del Proyecto y pueden proveer bienes y servicios indirectamente relacionados con el Proyecto, con efectos socioeconómicos asociados o verse influenciadas, indirectamente, por el Proyecto. La **Figura 4-68**, presenta una vista integrada del AII, incluyendo los cuatro puertos y las localidades costeras que fueron evaluadas en la EvIS por municipio, junto con las AGEB que las rodean.

Para mayor detalle sobre las condiciones socioeconómicas del AII del Proyecto, así como del levantamiento de información primaria, referirse a la EvIS.

Figura 4-68. Área terrestre socioeconómica de influencia indirecta definida en la Evaluación de Impacto Social del Proyecto



Fuente: Adaptado de AECOM 2018b

4.2.4.1 Demografía

4.2.4.1.1 Población total

Al momento del censo más reciente, se reportaron 114,819 personas en el AII del Proyecto, de éstos, el 60.6% se ubican en el estado de Tamaulipas, 34.3% en el estado de Veracruz y 5.1% en el estado de Tabasco (INEGI 2010). Alrededor del 65% de los habitantes viven en áreas urbanas, y el 35% restante en áreas rurales.

4.2.4.1.2 Población por grupos de género

Algunas AGEB tienen brechas notables dentro de la composición de género. El Chachalaco (Tampico), Barra Norte, San Antonio, Estero Tumilco (Tuxpan) y Las Conchitas, Santa Rosa de Lima, el Mangal, Juan Pérez, Boca de Puquita, y Paso de Salinas (Alvarado) tienen las mayores brechas de género del AII. El Mangal presenta la mayor diferencia con un 65% de población masculina. Sin embargo, la comunidad se compone de 26 personas, y no es representativa de tendencias regionales de población. De manera similar, Estero Tumilco, una localidad de 19 personas en Tuxpan se dedica mayormente a servicios típicamente asignados a hombres dentro del contexto cultural del AII. La tendencia regional de población se inclina a una paridad de género dentro del AII.

4.2.4.1.3 Crecimiento poblacional

Los datos disponibles sobre el crecimiento poblacional son diferentes entre las zonas del AII. La zona de AGEB de Tampico no publica datos sobre el crecimiento a nivel municipal, solo presenta un estimado a nivel estatal, el cual registró un 1.73% en el censo más reciente del 2010. Por el contrario, la zona de AGEB de Tuxpan y Alvarado publica datos de sus municipios con índices de crecimiento poblacional de 0.39% (Alvarado) y 2.56% (Tuxpan) en el censo más reciente en 2010 (INEGI 2010, Consejo Estatal de Población Veracruz 2018). A nivel estatal, Veracruz reportó un índice de crecimiento de 1.62% en el censo de 2010. El estado de Tabasco reportó un índice de crecimiento de 1.47% en la encuesta intercensal del 2015 (INEGI 2015). Los municipios con diferentes combinaciones de factores socioeconómicos pueden influenciar el crecimiento poblacional de manera divergente. Los niveles variados de desarrollo económico y las diferentes actividades económicas en torno a los sectores clave e instalaciones portuarias (discutidas en las siguientes secciones) pueden causar diferencias en los índices de crecimiento poblacional.

4.2.4.1.4 Población por grupos de edad

En la mayoría de las localidades dentro de las zonas del AII de Tampico, Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas, la mayor parte de los habitantes (59-75%) se ubican en el rango de 15 a 64 años, lo que indica que están en una etapa productiva. Algunas excepciones incluyen comunidades como Estero Tumilco (Tuxpan) y La Tunilla (Alvarado) con menos del 50% de su población dentro de la edad laboral, y la AGEB Juan Pérez (Alvarado) con el 100% de sus 8 habitantes en edad laboral. La población del AII sigue un patrón de distribución similar al de la población nacional, en donde el 29.46% tiene entre 0 a 14 años, el 64.78% entre los 15 y 64 años y el 5.47% tiene 65 años o más.

4.2.4.1.5 Migración

En general, los patrones de migración están ligados al mercado laboral, crecimiento económico y gasto público (OCDE 2014). Los actores de interés entrevistados durante el trabajo de campo realizado en junio del 2018 reportaron que el principal motor de la migración entre los estados del sur de México es el sector de hidrocarburos. De acuerdo con el INEGI (2010), 39,263 personas migraron al estado de Tabasco, y pequeñas embarcaciones de transporte son comunes a lo largo del Río Pánuco, transportando trabajadores de comunidades del norte de Veracruz hacia Tampico y Ciudad Madero (ERM 2018). Estas tendencias migratorias pueden explicar la tendencia general que muestra una parte significativa de la población nacida fuera de su estado de residencia actual. Los desplazamientos diarios entre las áreas económicas importantes, y comunidades periféricas pueden también influenciar los números reportados.

En el AII de la zona de Tampico, más del 60% de los habitantes viviendo en Ciudad Madero y Tampico nacieron en el estado de Tamaulipas. En contraste, otras localidades en la zona tienen menos habitantes que nacieron en Tamaulipas, indicador de mayores niveles de inmigración: Moralillo (22%), Hidalgo (22%), Benito Juárez (33%), Anáhuac (25%), Bella Vista (18%), y El Chachalaco (24%; INEGI 2010). En el AII de la zona de Tuxpan, la mayoría de la población (87%) nació en el estado de Veracruz, indicando menores niveles de inmigración (INEGI 2010). En las localidades del AII de Alvarado, se reportó que la población originaria de otros estados es menor al 10% del total de cada localidad (ERM 2018). En las localidades del AII de Dos Bocas más del 80% de los habitantes nacieron en el estado de Tabasco.

4.2.4.1.6 Natalidad

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la tasa total de fecundidad como el promedio de hijos que una mujer podría tener en su vida si tuviese las tasas de fecundidad específicas en la población por edad (WHO 2018). En México, el promedio nacional de la tasa total de fecundidad es de 2.3 hijos nacidos vivos (INEGI 2010, ERM 2018). La tasa total de fecundidad reportada en el AII de Tampico, Tuxpan, Alvarado y Dos Bocas coinciden con la tendencia nacional de 2.36, 2.61, 2.62 y 2.4, respectivamente (INEGI 2010, ERM 2018).

4.2.4.1.7 Grupos vulnerables y comunidades indígenas

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población, la marginación indica la falta de acceso a derechos y servicios básicos. Los niveles de marginación en México tienden a ser mayores en los estados del sur. En el AII de la zona de Tampico, las localidades de Ciudad Madero y Tampico, al ser centros económicos urbanos, tienen los menores índices de marginación (INEGI 2010). Alrededor del 90% de las viviendas tienen electricidad, agua entubada y drenaje. El 75% de la población tiene seguro médico.

En la zona del AII de Tuxpan, Estero Tumilco (Puente de Tecomar), San Antonio y Ejido Barra de Galindo tienen los niveles de marginación más altos, mientras que Túxpam de Rodríguez Cano y Tampamachoco tienen los menores niveles (AECOM 2018b). En la zona de Tuxpan, alrededor del 50% tiene agua entubada, el 93% tiene drenaje, el 98% tiene electricidad y alrededor del 66% de la población tiene seguro médico.

Las localidades costeras y pesqueras en el AII de Alvarado reportan niveles altos de marginación comparados con las localidades no costeras en dicha zona. Los centros urbanos como Alvarado tienen acceso a alumbrado público, caminos pavimentados, transporte público, red de agua potable pública y drenaje. Alrededor del 70% de las localidades tienen al menos un camino pavimentado que conecta a la carretera federal. La mayoría de la población tiene acceso a servicios de Seguridad Social (infraestructura médica de Instituto Mexicano de Seguridad Social, IMSS). Las localidades pequeñas normalmente solo tienen escuelas primarias, mientras que el acceso a educación técnica o profesional es limitado a los municipios.

En el AII de la zona de Dos Bocas, Barra de Tupilco, Guano Solo (El Coquito), La Unión 2da Sección y La Unión 3ra Sección tienen los niveles de marginación más altos, mientras que Chiltepec (Puerto Chiltepec) tiene los niveles más bajos (CONAPO 2010). En la zona de Dos Bocas, alrededor del 40% de la población tiene agua entubada, 98% tiene electricidad y 77% tiene seguro médico.

En general, las tendencias de marginación son consistentes con las tendencias a nivel nacional, donde las localidades rurales tienen un nivel de marginación de medio a alto debido a la falta de servicios, bienes básicos y acceso a servicios públicos como seguro médico y educación (INEGI 2010).

Acorde a lo reportado por la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH), las mujeres, niños, adultos mayores, personas discapacitadas y grupos indígenas son más vulnerables a impactos económicos y cambios en sus condiciones socioeconómicas. El porcentaje promedio de mujeres en la población de las localidades del AII es de 49.9% (INEGI 2010). La **Tabla 4-38** muestra los grupos vulnerables del AII del Proyecto.

Tabla 4-38. Grupos vulnerables en el Área de Influencia Indirecta

Estado (Código y Nombre)	Municipio (Código y Nombre)	Localidad (Código y Nombre)	Población Total	Pob Femenina (%)	Pob de 0 a 14 años (%)	Pob de 65 años y más (%)	Pob con limitación en la actividad*	Nivel de Marginación
Área de Influencia Indirecta de Tampico								
28 – Tamaulipas	009 – Ciudad Madero	0001 – Ciudad Madero	22,667	52	23	9	8	Muy Bajo
	038 – Tampico	0001 - Tampico	25,947	52	24	9	4	Muy Bajo
30 - Veracruz de Ignacio de la Llave	123 – Pánuco	0029 – Moralillo	6,307	50	29	5	5	Bajo
	133 – Pueblo Viejo	0002 - Anáhuac	5,042	51	28	8	6	Bajo
		0007 - Hidalgo	2,962	51	24	8	4	Bajo
		0017 - Benito Juárez	6,089	49	29	7	6	Medio
		108 - Bella Vista	345	50	33	7	1	Alto
		19 -El Chachalaco	238	46	29	11	6	Alto
Área de Influencia Indirecta de Tuxpan								
30 - Veracruz de Ignacio de la Llave	189 – Tuxpan	0001 – Túxpam de Rodríguez Cano	8,852	48	26	6	3	Bajo
		0009 - Barra Norte	448	46	19	12	7	Bajo
		0023 – Cobos	587	53	26	6	5	Medio
		0085 – Tampamachoco	875	52	21	10	3	Muy Bajo
		0443 - San Antonio	198	46	30	6	6	Medio
		0505 - Estero Tumilco (Puente de Tecomar)	19	42	47	5	5	Muy Alto
		0608 - Ejido Barra de Galindo	66	47	35	4	4	Alto
Área de Influencia Indirecta de Alvarado								
		0001 - Alvarado	13,226	51.5	23.2	9.2	4	Bajo

Estado (Código y Nombre)	Municipio (Código y Nombre)	Localidad (Código y Nombre)	Población Total	Pob Femenina (%)	Pob de 0 a 14 años (%)	Pob de 65 años y más (%)	Pob con limitación en la actividad*	Nivel de Marginación
30 - Veracruz de Ignacio de la Llave	011 – Alvarado	0003 - Antón Lizardo	4,776	47.8	24.4	6.5	1.9	Bajo
		0004 - Arbolillo	1,082	50.4	27.2	5.9	14.9	Alto
		0005 - El Bayo	524	50.2	24.0	11.1	2.1	Alto
		0019 - Salinas	1,009	51.4	24.4	10.7	4.6	Alto
		0020- El Zapote	978	50.1	30.9	7.8	1.4	Medio
		0026 - Las Barrancas	354	48.6	25.1	8.5	7.1	Alto
		0027 - Buen País	421	49.6	28.7	8.8	5	Alto
		0030 - Camaronera	212	48.1	25.9	9.4	2.8	Alto
		0033 - Playa Zapote	167	46.7	24.6	9.6	6.6	Alto
		0040 -Las Conchitas	12	41.7	41.7	8.3	0	Muy Alto
		0044 - Chocotán	171	55.6	26.9	9.9	2.9	Alto
		0049 - Paso Nacional	1,884	50.1	24.2	7.4	7.4	Medio
		0064 - Mata de Uva	441	48.8	31.7	4.5	0.9	Alto
		0074 - Paso Salinas (Norte)	337	50.1	23.4	7.7	2.4	Alto
		0110 - La Tunilla	93	52.7	25.8	24.7	9.7	Alto
		0136 - Los Médanos de Buena Vista	446	49.6	22.6	12.6	11.7	Medio
		0149 - La Boca del Estero	28	53.6	21.4	3.6	0	Muy Alto
		0166 - El Nanche	118	49.2	28.0	10.2	0	Alto
		0189 - Santa Rosa de Lima	62	40.3	29.0	1.6	2.5	Alto
		0191 - Luis Martínez (El Canal)	204	52.5	29.4	4.4	0	Alto

Estado (Código y Nombre)	Municipio (Código y Nombre)	Localidad (Código y Nombre)	Población Total	Pob Femenina (%)	Pob de 0 a 14 años (%)	Pob de 65 años y más (%)	Pob con limitación en la actividad*	Nivel de Marginación
		0210 - Las Escolleras	1,449	48.5	27.2	7.6	2.9	Alto
		0307 - La Esperanza	41	48.8	19.5	4.9	3.9	Alto
		0317- El Mangal	26	34.6	26.9	7.7	2.4	Medio
		0365 - Punta Grande	131	48.1	29.8	6.9	3.8	Alto
		0373 - Juan Pérez	8	62.5	0	0	0.8	Muy Alto
		0391 - Boca de Puquita	17	41.2	35.3	0	0	Muy Alto
		0427 - Paso Salinas (Sur)	32	40.6	18.8	12.5	0	Alto
Área de Influencia Indirecta de Dos Bocas								
27 - Tabasco	004 - Paraíso	0008 - Chiltepec (Puerto Chiltepec)	752	50.8	26.3	7.9	7.9	Bajo
		0012 – Barra de Tupilco	478	54	34.1	6.7	8.6	Alto
		0010 - Las Flores 2da. Sección	1,931	49.2	31.3	5.2	8.2	Medio
		0029 – Guano Solo (El Coquito)	692	49	36.7	4	2.9	Alto
		0030 – La Unión 3ra Sección	622	46.8	32	4	1.8	Alto
		0041 – La Unión 1ra Sección (Amatillo)	701	49.8	33.2	6.4	4.1	Medio
		0042 – La Unión 2da Sección	720	48.8	31.7	5.4	2.5	Alto

**INEGI define Población con limitación en la actividad como aquellas personas que tienen dificultad en realizar las actividades del día a día.*

Fuente: INEGI 2010, CONEVAL 2010, CONAPO 2010

El término 'comunidades indígenas' se define en el Artículo 2 de la Constitución Mexicana como las personas que pertenecen a una comunidad que sus raíces datan de poblaciones o comunidades que existieron previo a la llegada de los europeos. Este término puede referirse a aquellas personas que hablan alguna de las 89 lenguas indígenas de México, como también aquellos que se identifican como indígena, pero que no hablan ninguna de las lenguas indígenas (CDI 2010).

El Catálogo de Localidades Indígenas del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, antes la Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI 2010) define categorías para los municipios y localidades basado en la proporción y tamaño de la población indígena residente. Se definen tres categorías por municipios:

- Municipios Indígenas, que incluye municipios con 40% o más de la población que se considera indígena;
- Municipios con Presencia Indígena, que incluye municipios con menos de 40% de la población que se considera indígena, o existen más de 5,000 personas indígenas en el municipio y una presencia significativa de hablantes de alguna lengua; y
- Municipio con Población Indígena Dispersa, incluyendo municipios con menos del 40% de la población que se considera indígena y existen menos de 5,000 personas indígenas en el municipio.

Las localidades se clasifican en tres categorías:

- Localidades con Población Indígena, donde 40% o más de la población se identifica como indígena;
- Localidades de Interés, donde menos del 40% de la población se identifica como indígena y hay más de 150 personas indígenas en la localidad; y
- Localidades con menos del 40% de población indígena y hay menos de 150 personas indígenas.

Dentro de las localidades del AII, la distribución de comunidades indígenas se categoriza como 'dispersa', la cual constituye menos del 5% del total de la población del AII (CDI 2010).

El Catálogo del Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI): Variantes Lingüísticas con Referencias Geoestadísticas contiene una lista de las lenguas indígenas oficiales nacionales y sus variantes en cada una de las 25 regiones indígenas del país. De acuerdo con el Catálogo, las únicas localidades del AII con lenguas indígenas son Túxpam de Rodríguez Cano y Tampamachoco, con solamente una lengua indígena hablada: totonaco de la costa (CDI 2010). La **Tabla 4-39** presenta las localidades del AII que tienen población indígena presente, así como el porcentaje de la población considerada indígena.

Tabla 4-39. Localidades con población indígena en el Área de Influencia Indirecta

Código del municipio	Municipio	Tipo de municipio (CDI 2010)	Código de la localidad	Localidad	Tipo de localidad (CDI 2010)	Población total de la localidad	% de población indígena
038	Tampico	Municipio con Presencia Indígena	0001	Tampico	Localidad de interés	297,284	1.9
009	Ciudad Madero	Municipio con Población Indígena Dispersa	0001	Ciudad Madero	Localidad de interés	197,216	2.2
133	Pueblo Viejo	Municipio con Población Indígena Dispersa	0004	Clemente Torres	Localidad con menos del 40%	108	1.8

Código del municipio	Municipio	Tipo de municipio (CDI 2010)	Código de la localidad	Localidad	Tipo de localidad (CDI 2010)	Población total de la localidad	% de población indígena
151	Tamiahua	Municipio con Población Indígena Dispersa	0001	Tamiahua	Localidad con menos del 40%	5,086	1.3
			0007	Barra de Corazones	Localidad con menos del 40%	370	1.3
189	Tuxpan	Municipio con Presencia Indígena	0001	Túxpam de Rodríguez Cano	Localidad de interés	84,750	3.2
			0085	Tampamachoco	Localidad con menos del 40%	875	0.9
011	Alvarado	Municipio con Población Indígena Dispersa	0001	Alvarado	Localidad con menos del 40%	23,128	0.4
			0003	Antón Lizardo		6,003	1.1
			0004	Arbolillo		1,082	0.4
			0019	Salinas		1,009	0.1
			0030	Camaronera		212	1.4
			0033	Playa Zapote		167	3.59
			0049	Paso Nacional		1,884	1.3
			0136	Los Médanos de Buena Vista		446	3.8
			0210	Las Escolleras		1,449	0.06
			0365	Punta Grande		131	3.8
			0428	Las Conchas	Localidad de 40% y más	6	50
004	Paraíso*	Municipio con Población Indígena Dispersa	0010	Las Flores 2da. Sección	Localidad con menos del 40%	1,931	0.10
			0012	Barra de Tupilco		478	0.21

**Las localidades de Chiltepec (Puerto Chiltepec), Guano Solo (El Coquito), La Unión 3era Sección, La Unión 1era Sección (Amatillo) y La Unión 2nda Sección en Paraíso no están incluidas en el Catálogo de Localidades Indígenas 2010.*

Fuente: CDI 2010

Con base en los datos de la CDI (2010), Tampico y Tuxpan se definen como *Municipios con Presencia Indígena*. Tampico tiene menos de 2,000 personas indígenas, mientras que Tuxpan tiene menos de 3,000 personas indígenas (CDI 2010). Alvarado se define como un *Municipio con Población Indígena Dispersa*, con una población indígena del 0.9% (CDI 2010). El AII de Dos Bocas incluye el municipio de Paraíso. Éste se define como un *Municipio con Población Indígena Dispersa*, con un 0.46% de población indígena (CDI 2010). Solo una localidad, Las Conchas (Alvarado) tiene una población indígena del 50%; sin embargo, la población indígena consiste en tres personas en una localidad de 6 habitantes. El mayor porcentaje corresponde a las zonas de Tampico y Tuxpan con un 3.59%.

4.2.4.2 Indicadores socioculturales

4.2.4.2.1 Acceso a servicios públicos

Algunas localidades dentro del AII de Tampico no tienen suficiente red de drenaje público o alumbrado público en calles. Sin embargo, la mayoría de las localidades (aproximadamente 90%) tiene acceso a agua potable y caminos pavimentados, como se describió anteriormente, excepto la localidad de Bella Vista en Tampico (INEGI 2010).

La zona de Tuxpan tiene 43% de sus caminos pavimentados y alumbrado en 4% de sus caminos. Más del 80% de los caminos no tienen drenaje adecuado, y no tienen rampas en las aceras para acceso con silla de ruedas (INEGI 2010).

La zona de Alvarado esta comparativamente mejor equipada con infraestructura de servicios públicos, incluyendo alumbrado público, pozos de agua potable, calles pavimentadas (73%), transporte público e infraestructura general (como oficina municipal, casa de cultura e instalaciones deportivas).

Para la zona de Dos Bocas, la infraestructura y los servicios varían entre localidades. La mayoría de las localidades (aproximadamente 85%) tiene caminos pavimentados y alumbrado público. Sin embargo, solamente 25% tiene sistema de drenaje público. Hay opciones de transporte público en todas las localidades, que van desde taxis en localidades urbanas hasta autobuses en localidades rurales (INEGI 2010).

4.2.4.2.2 Vivienda

Dentro del AII de la zona de Tampico hay 23,473 viviendas, de las cuales en promedio el 90% están habitadas. Hay 14,285 viviendas de las que el 93% tiene piso construido (el 7% tiene piso de tierra), 96% tiene electricidad, 89% tiene agua entubada, más del 96% tiene acceso a aguas residuales, hasta el 87% tiene drenaje adecuado y 81% tiene electricidad y agua/alcantarillado de la red municipal (INEGI 2010).

Dentro de las localidades rurales del AII de la zona de Tuxpan, 2% de las viviendas no tienen electricidad, 7% no tienen drenaje, 6% tienen piso de tierra y 48% no tienen sistema de tuberías. Para las áreas urbanas en Tuxpan, los porcentajes mencionados son menores (INEGI 2010).

Dentro de Alvarado, las viviendas son usualmente construidas con tabique, ladrillo o bloques de hormigón unidos con concreto, mientras que el piso es usualmente concreto (ver ERM 2018). Los medios de comunicación más usados, de acuerdo con los entrevistados, son la televisión local y la radio, seguido del internet y las redes sociales (ERM 2018).

Hay 1,779 viviendas dentro del AII de la zona de Dos Bocas, con 82.7% de ellas habitadas. El 95% de las viviendas tienen pisos construidos, 81% tiene electricidad, 40.2% tiene agua entubada y 77.7% tiene red de alcantarillado, pero solo 39% tienen red de agua y alcantarillado municipal (INEGI 2010).

4.2.4.2.3 Educación

El nivel educativo está ligado con la habilidad para acceder a oportunidades económicas y adaptarse a la modernización y cambios socioeconómicos. La falta de educación ha sido ligada con mayores brechas de desigualdad e incremento de la pobreza.

La mayoría de la población del AII está alfabetizada. En centros urbanos, el promedio de analfabetismo es menor al 5%, el cual es menor al promedio nacional de 6.9% (INEGI 2010). En localidades apartadas o marginadas, el analfabetismo puede aumentar a más del 10% de la población. El nivel educativo es muy similar entre mujeres y hombres (ERM 2018).

Todas las zonas del AII tienen un promedio de 7.79 años de escolaridad formal, siendo este casi un año menor al promedio nacional que es de 8.63 años. Dentro de las zonas, los años de escolaridad pueden variar considerablemente entre localidades. Por ejemplo, en las áreas urbanas de Tuxpan, el promedio de años de escolaridad es de 8.54 años, mientras que en la localidad rural de Ejido Barra de Galindo el promedio es de 5.05, y en Estero Tumilco (Puente de Tecomar) el promedio es de 3.8. De la misma forma, en la localidad de Chiltepec

(Puerto Chiltepec), el promedio de escolaridad es de 9.18 años, mientras que la localidad rural de Barra de Tupilco tiene un promedio de 6.74 años. Esto es consistente con la tendencia general donde los niños de las localidades rurales tienen menos probabilidades de terminar la escuela primaria a comparación de las áreas urbanas (INEGI 2010).

4.2.4.2.4 Salud

El censo más reciente reportó que entre 25% y 34% de los habitantes del AII no tienen acceso a atención médica adecuada. En la zona de Tampico, 25% no tienen cobertura médica (INEGI 2010). Tampico tiene clínicas y centros primarios de salud para tratar condiciones generales que no requieren cuidados especializados. De acuerdo con las personas entrevistadas para la EvIS, algunos creen que los servicios de salud locales son muy básicos y no atienden las necesidades de salud de la comunidad. Los habitantes de localidades adyacentes, como Ciudad Madero o localidades de la parte norte de Veracruz deben viajar a Tampico para ser tratados en hospitales secundarios y terciarios (AECOM 2018b).

De los habitantes de la zona de Tuxpan, 34% no tienen cobertura médica (INEGI 2010). Con base en la información del Directorio Estadístico Nacional de las Unidades Económicas 2018 (DENUE), no hay clínicas u hospitales dentro de esta zona. Sin embargo, durante el trabajo de campo de la EvIS, se observaron dos centros de salud en las comunidades de Barra Norte y Tampamachoco.

La mayoría de las localidades dentro del AII de Alvarado tienen centros o casas de salud, aunque aproximadamente 33% de los habitantes no tiene cobertura médica (INEGI 2010). Sin embargo, estas instalaciones están en malas condiciones y generalmente cuentan con recursos limitados. Por ello, los residentes rurales frecuentan hospitales cercanos o clínicas en Alvarado o Antón Lizardo como alternativa (ERM 2018).

En el AII de Dos Bocas, 22.4% de los habitantes no tiene cobertura médica (INEGI 2010). Hay poca infraestructura de salud en el área, con hospitales privados ubicados fuera del AII y cerca de Villahermosa, la capital del estado. Dada la proximidad al puerto, las localidades en el municipio de Paraíso tienen mayor acceso a actividades de servicio social de las empresas en el área, lo que refleja un mejor acceso a servicios de salud (AECOM 2018b).

4.2.4.3 Indicadores económicos

4.2.4.3.1 Población económicamente activa

De acuerdo con la definición del INEGI, la población económicamente activa son las personas de 12 años y más que fueron activos económicamente durante los dos meses previos al censo, o estaban buscando trabajo en ese momento. La población no económicamente activa son las personas de 12 años y más que no estaban involucradas en ninguna actividad económica durante los dos meses previos al censo, y no estaban en busca de trabajo (INEGI 2010).

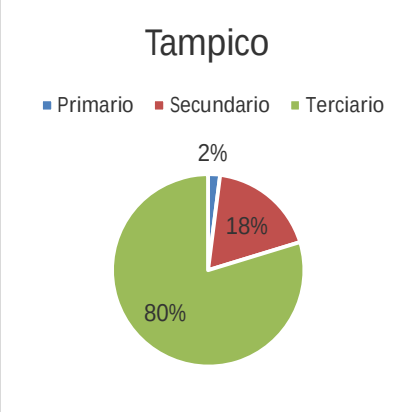
El porcentaje promedio de la población no económicamente activa en México es de 39.7%, mientras que el porcentaje promedio de las cuatro zonas del AII es mayor al 44.02%. La falta de oportunidades económicas puede llevar a mayor inactividad económica.

4.2.4.3.2 Principales actividades económicas en el Área de Influencia

Durante el trabajo de campo realizado en junio de 2018, se identificó la pesca como una de las principales actividades económicas en Tampico y Tuxpan (AECOM 2018b).

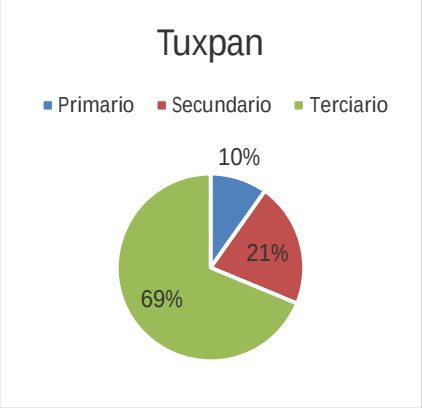
De la **Figura 4-69** a la Figura 4-72 se presenta la distribución por sector económico de la población total ocupada de cada municipio (Tampico, Tuxpan, Alvarado y Paraíso). No hay datos precisos disponibles de las zonas del AII, por lo tanto, se consideraron los municipios completos. De los tres sectores económicos, el sector terciario es predominante en Tampico, Tuxpan y Alvarado, en promedio representando el 67% de la actividad económica. Para Paraíso, el sector secundario es predominante en el municipio, como resultado de la exploración y producción del sector hidrocarburos y otras actividades industriales (INEGI 2010).

Figura 4-69. Distribución por sector económico – Tampico



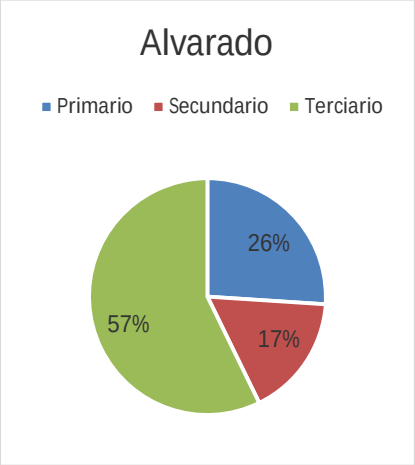
Fuente: INEGI 2008

Figura 4-70. Distribución por sector económico –Tuxpan



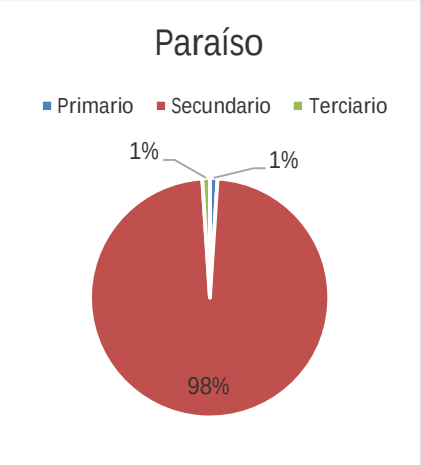
Fuente: SEFIPLAN 2016

Figura 4-71. Distribución por sector económico – Alvarado



Fuente: SEFIPLAN 2016

Figura 4-72. Distribución por sector económico – Paraíso



Fuente: INEGI 2010

4.2.4.3.3 Actividades pesqueras en el Área de Influencia Indirecta

Durante el trabajo de campo realizado en junio de 2018, se identificó la pesca como una de las principales actividades económicas en los cuatro bloques del AII (AECOM 2018b, ERM 2018).

De acuerdo con datos de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) del 2017, el estado de Tamaulipas clasificó en el lugar 12 a nivel nacional en términos de volúmenes de captura de pesca, y el lugar 9 en términos de valor económico de captura. En Tampico, la pesca es mayormente artesanal con pescadores típicamente vendiendo pescado fresco a restaurantes locales. Hay aproximadamente 174 embarcaciones pesqueras comerciales de pescan costa afuera y 3,378 embarcaciones pesqueras artesanales. También hay 130 unidades de producción de acuacultura dentro del bloque (CONAPESCA 2017).

En Tuxpan, la pesca es una actividad económica destacada en agua dulce y salada. Hay dos muelles y dos embarcaderos de pesca dentro del municipio (Ayuntamiento de Tuxpan 2014). No hay información oficial disponible

sobre ubicaciones donde se realizan actividades pesqueras, aunque la opinión local dice que la pesca en río es más común que la pesca en aguas profundas del Golfo de México. Como se reportó en las entrevistas del trabajo de campo, es más probable que los pescadores locales estén involucrados en pesca artesanal y estar dentro de 50 km de la costa (AECOM 2018b).

En Alvarado, la pesca es una fuente clave de ingreso local, representando el 80% del valor económico del puerto (ERM 2018). La pesca se realiza en lagunas y costa afuera, usualmente en grupos o miembros familiares, usando equipo básico como cañas de pescar manuales. Aparte de la pesca de escama, el camarón también es un importante componente de la captura en general (CONAPESCA 2018).

Conforme a la CONAPESCA (2017), Tabasco contribuyó al 3% del volumen de pesca capturada a nivel nacional en 2017. Los pescadores de las localidades del AII de Dos Bocas pescan a diferentes distancias de la costa, que van desde 9 km a más de 40 km mar adentro (aproximadamente 50% de la actividad de pesca). El 68% de los pescadores prefieren pescar en el mar, 24% prefieren pescar en lagunas y 8% prefieren pescar en ríos. La localidad con mayor volumen de pesca fue Chiltepec (Puerto Chiltepec; AECOM 2018b).

4.2.4.3.4 Actividades de pesca en el Sistema Ambiental Regional

La Carta Nacional Pesquera (SAGARPA 2012) publicó la base de datos más reciente de las pesquerías a nivel nacional (cabe mencionar que algunas pesquerías son especie-específicas, mientras que otras son multi-especie). En la Carta Nacional Pesquera 2012, se identifican las especies objetivo y a las especies asociadas (por ejemplo, especies de captura incidental). Se reportaron 64 especies de peces capturados en el Golfo de México. De las 64 especies, 50 son peces óseos (*Osteichthyes*) y 14 especies son peces cartilaginosos (*Chondricthyes*). La **Tabla 4-40** muestra la lista de especies objetivo de recursos pesqueros en el Golfo de México consideradas en la Carta Nacional Pesquera. La pesquería de atún aleta amarilla es la única que cubre casi completamente el SAR y es discutida a continuación. Una discusión extensa de las pesquerías objetivo que se sobreponen con el SAR, incluyendo los mapas de las zonas de captura relativas a la ubicación del Área Contractual, se proporciona en el **Anexo I** del Estudio de LBA (AECOM 2018b).

Tabla 4-40. Recursos pesqueros objetivo en el Golfo de México

Recursos Pesqueros		Nombres comunes	Especies
Camarón café		Camarón café	*Farfantepenaeus setiferus*
Camarón rojo y de roca		Camarón rojo	*Farfantepenaeus brasiliensis*
		Camarón de roca	*Sicyonia brevirostris*
Camarón rosado		Camarón rosado	*Farfantepenaeus duorarum*
Camarón siete barbas		Camarón siete barbas	*Xiphopenaeus kroyeri*
Escama Marina	Bagres marinos	Bagre bandera	*Bagre marinus*
		Bagre común	*Ariopsis felis*
	Huachinangos y pargos	Huachinango de castilla	*Lutjanus campechanus*
		Huachinango ojo amarillo	*Lutjanus vivanus*
		Huachinango aleta negra	*Lutjanus buccanella*
		Huachinango de seda	*Etelis oculatus*
		Canané	*Ocyurus chrysurus*
		Rubia, villajaiba	*Lutjanus synagris*
		Pargo mulato, parguete	*Lutjanus griseus*
		Pargo perro, caballera	*Lutjanus jocu*
		Cubera	*Lutjanus cyanopterus*
		Besugo	*Rhomboplites aurorubens*
		Pargo criollo, lunarejo	*Lutjanus analis*
		Pargo rojo	*Lutjanus pupureus*
		Pargo	*Lutjanusu apodus*
	Jurel y cojinuda	Jurel blanco	*Caranx latus*
		Jurel amarillo, común, vaca	*Caranx hippos*

Recursos Pesqueros		Nombres comunes	Especies
		Cojinuda, cojinúa	*Caranx chrysos*
	Lisa y lebrancha	Lisa	*Mugil cephalus*
		Lebrancha	*Mugil curema*
	Mero, negrillo y abadejo	Mero, cherna americana	*Epinephelus morio*
		Negrillo	*Mycteroperca bonaci*
		Abadejo	*Mycteropeca microlepis*
		Mero extraviado	*Epinephelus flavolimbatus*
		Guacamayo, arigua	*Mycteroperca venenosa*
		Lenteja, abadejo	*Epinephelus drummondhayi*
		Mero negro, fiat	*Epinephelus nigritus*
		Mero del Caribe, cherna	*Epinephelus striatus*
		Payaso rojo, cabrilla roja	*Epinephelus guttatus*
		Cherna pinta	*Epinephelus niveatus*
		Cabrilla roja	*Cephalopholis fulva*
		Cherna pinta	*Epinephelus itajara*
		Gallina, mero boca amarilla	*Mycteroperca interstitialis*
		Cabrilla, negrillo, abadejo	*Mycteroperca phenax*
		Cabrilla, payaso verde	*Epinephelus adscensionis*
	Rayas	Raya látigo, balá	*Dasyatis americana*
		Chucho, raya pinta	*Aetobatus narinari*
		Mariposa, libro	*Gymnura micrura*
		Tecolota, chucha	*Rhinoptera bonasus*
		Lebisa	*Himantura schmardae*
	Robalo y chucumite	Robalo blanco	*Centropomus undecimalis*
		Robalo prieto	*Centropomus poeyi*
		Chucumite	*Centropomus parallelus*
	Sábalo	Sábalo	*Megalops atlanticus*
	Sardinas	Sardina viva de hebra	*Opisthonema oglinum*
		Sardina escamuda	*Harengula jaguana*
		Sardina carapachona	*Harengua clupeola*
		Sardina de escama fina	*Brevoortia gunteri*
		Sardina lacha	*Brevoortia patronus*
	Sierra y peto	Peto, carito	*Scomberomorus cavalla*
		Sierra	*Scomberomorus maculatus*
		Cero	*Scomberomorus regalis*
		Marlín azul del Atlántico	*Makaira nigricans*
		Marlín blanco del Atlántico	*Tetrapturus albidus*
	Trucha marina	Trucha pinta, curvina pinta	*Cynoscion nebulosus*
		Trucha blanca, curvina blanca	*Cynoscion arenarius*
		Trucha o curvina plateada	*Cynoscion nothus*
Tiburones		Cazón de ley, tutzun	*Rhizoprionodon terraenovae*
		Cazón cabeza de pala	*Sphyrna tiburo*
		Tiburón puntas negras	*Carcharhinus limbatus*
		Cazón canguay, limón	*Carcharhinus acronotus*
		Cornuda	*Sphyrna lewini*
		Tiburón chato, toro	*Carcharhinus leucas*
		Tiburón prieto, sedoso	*Carcharhinus falciformis*
		Cazón poroso, chacpat	*Carcharhinus porosus*
		Tiburón punta de lápiz	*Carcharhinus brevipinna*
		Tiburón azul, mako	*Isurus oxyrinchus*

Recursos Pesqueros	Nombres comunes	Especies
Tuna	Atún aleta amarilla, rabil	*Thunnus albacares*
	Atún aleta negra	*Thunnus atlanticus*
	Patudo	*Thunnus obesus*
	Atún aleta azul	*Thunnus thynnus*
Cobia	Cobia	*Rachycentron canadium*
Picudos	Marlín trompa larga	*Tetrapturus pfluegeri*
	Pez espada	*Xiphias gladius*

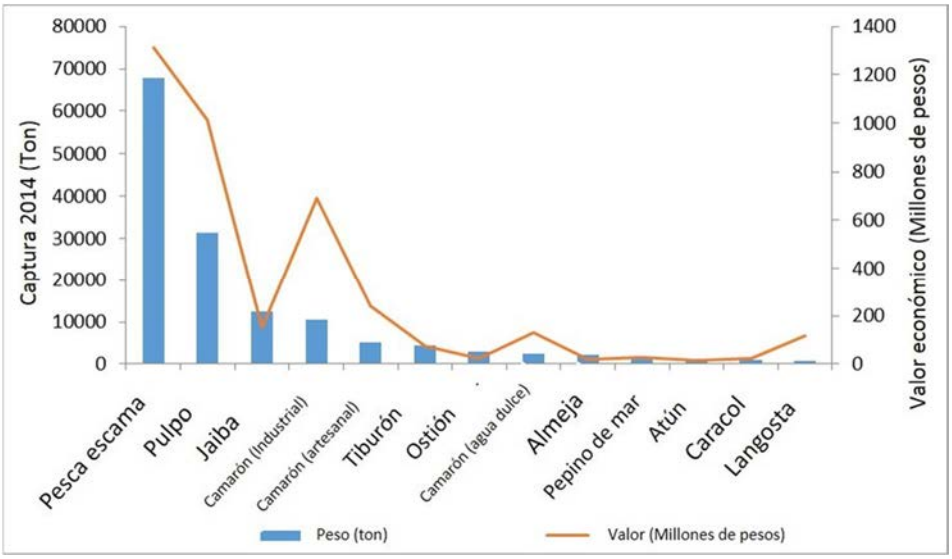
Nota: Para los nombres comunes se decidió utilizar la misma fuente que se utilizó en el EvIS, ya que esta sección se elaboró con base en este estudio. En el Estudio de LBA se utilizó la fuente CONABIO 2018.

Fuente: CNP 2012

La pesca de escama marina representa la categoría de recursos pesqueros objetivo más grande por tonelaje y valor económico para el Golfo de México. La producción pesquera del estado de Tabasco fue de 53,004 toneladas métricas en el Golfo de México. Hay 17,705 pescadores registrados, 26 embarcaciones de pesca en altamar, y 5,521 embarcaciones ribereñas, correspondientes al 22% de todas las embarcaciones pequeñas en el Golfo de México. Entre 2008 y 2017, el tonelaje de pesca ha incrementado gradualmente, con una ligera disminución en el 2009, 2011 y 2016. Del 2016 al 2017, el tonelaje ha incrementado en un 11% y un 15% en el valor económico (Ver **Figura 4-73**, CONAPESCA 2014). Los tiburones, atún, rémoras y picudos se excluyen de esta categoría. De acuerdo con la Base de Datos Histórica de CONAPESCA (2014), 67,727 toneladas métricas de escama fueron capturadas en el 2014 por un valor de 1,011 millones de pesos mexicanos. La segunda y tercer categorías más importantes en términos de tonelaje fueron especies de pulpo y cangrejo, respectivamente. Si bien la pesquería de camarón es solo la cuarta más grande en términos de tonelaje, es la tercera más importante en términos de valor económico después de los peces de escama y pulpo. En general, el valor económico de las pesquerías capturadas en el Golfo de México en 2014 fue de 1,281 millones de pesos (CONAPESCA 2014).

En conformidad con la CONAPESCA, Veracruz tuvo la producción pesquera más alta en el Golfo de México en 2017, alcanzando un total de 111,852 toneladas que representan más del 42% del total de la producción pesquera de los seis estados en el Golfo de México. El total de capturas registradas en el Golfo de México en el 2017 fueron de 261,952 toneladas, representando un 15.6% de la producción pesquera nacional. Entre 2008 y 2017, el tonelaje de las pesquerías ha incrementado gradualmente exceptuando el 2011 y el 2013, años donde se registran los menores volúmenes en la serie de tiempo. La mayor producción histórica se registró en los últimos dos años, con un aumento de aproximadamente el 40% en el tonelaje (CONAPESCA 2017).

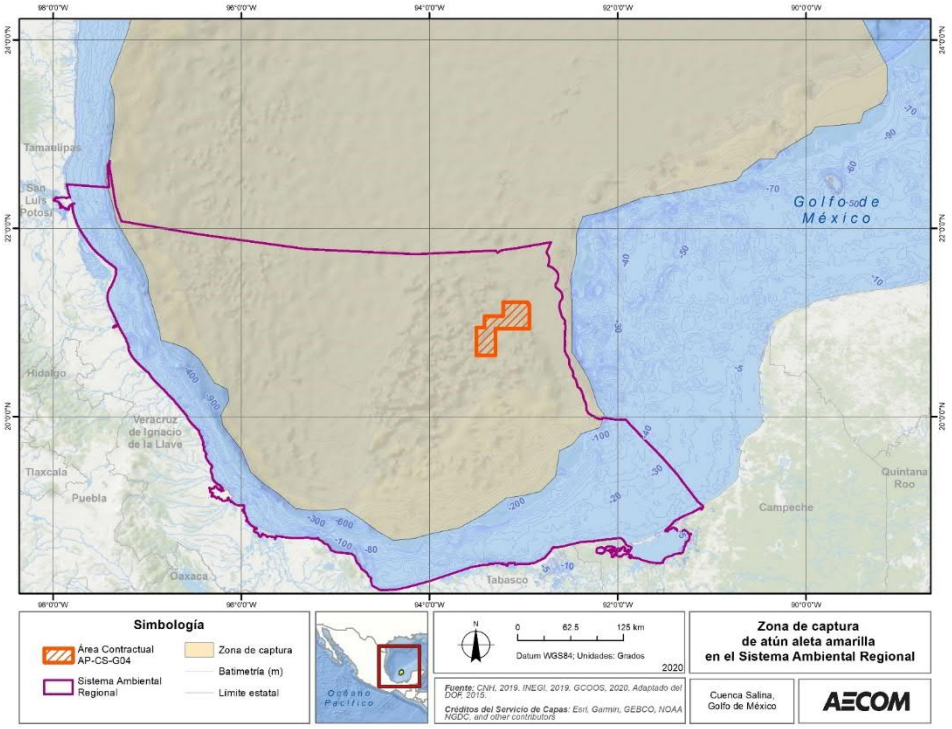
Figura 4-73. Captura total (toneladas) y valor económico (millones de pesos) del recurso pesquero objetivo del Golfo de México en 2014



Fuente: CONAPESCA 2014

La única zona de captura que se superpone con el SAR es la del atún aleta amarilla (*T. albacares*), la cual abarca gran parte del mismo, como se muestra en la **Figura 4-74**.

Figura 4-74. Zona de captura de atún aleta amarilla en el Golfo de México con relación al Área Contractual y el SAR



Fuente: Adaptado de SAGARPA 2015

En 2014, se capturaron 1,289 toneladas de atún en el Golfo de México. El estado de Veracruz es responsable del 97% de la captura total, seguido por Yucatán con 1.6% y Tamaulipas con 0.4% (CONAPESCA 2014). La pesca de atún en el Golfo de México se concentra en el atún aleta amarilla (*T. albacares*), considerado un recurso altamente migratorio con presencia permanente en el Golfo de México (SEMARNAT 2012e). En el 2017, la producción de atún incrementó 1,530 toneladas (CONAPESCA 2017). La especie se captura durante todo el año en el área más allá de la plataforma continental y hasta la ZEE.

Como describe la SAGARPA (2014a) las regiones principales son (ver Anexo I del Estudio de LBA, Figura I-29):

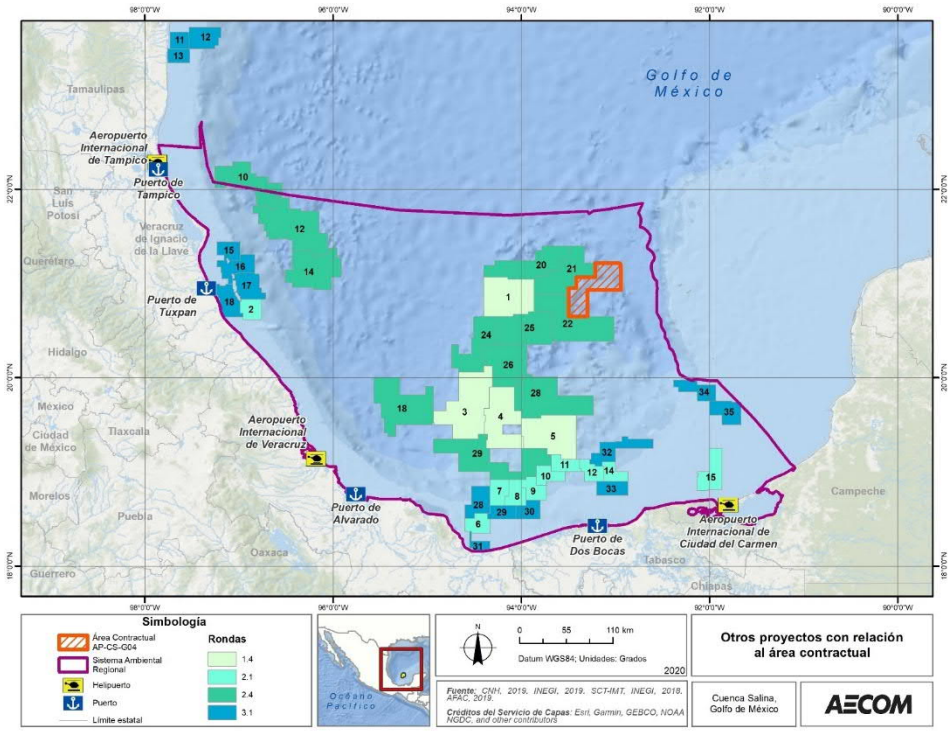
- El Cañón de Campeche (se sobrepone con la porción este del Área Contractual)
- El Escarpe de Campeche
- El Cañón de Veracruz
- La costa afuera al sur de Tamaulipas

De acuerdo con la CONAPESCA (2011) hay 13 compañías (10 en Veracruz y 3 en Yucatán) con licencia para la pesca de atún con un total de 29 embarcaciones autorizadas. 24 embarcaciones de la flota se ubican en los puertos de Tuxpan y Veracruz. Las otras cinco están ubicadas en el Puerto de Yucalpetén, Yucatán.

4.2.4.3.5 Otras áreas contractuales de hidrocarburos costa afuera

El Golfo de México es el área prioritaria para la exploración y producción de hidrocarburos. Después de las reformas energéticas de 2013, se han desarrollado una serie de licitaciones para áreas contractuales en aguas profundas y aguas someras. Como se muestra en la **Figura 4-75**, el Área Contractual es adyacente al Área Contractual AP-CS-G02/2018 ubicada al oeste y al bloque AP-CS-G03 ubicado al sur-suroeste de la misma.

Figura 4-75. Otros proyectos de hidrocarburos en el SAR



Fuente: CNH 2018

4.2.4.3.6 Actividades industriales y comerciales en los puertos

En 2017, el Puerto de Tampico se colocó en el lugar 13 a nivel nacional con base en el tonelaje de su carga anual, con el manejo de 7.8 millones de toneladas de carga, representando el 3% de la transportación de carga a nivel nacional (SCT 2018). Con base en los registros de las autoridades del Puerto de Tampico (Administración Portuaria Integral, API), el puerto registra un promedio de 52.8 visitas de embarcaciones por mes, principalmente de embarcaciones comerciales y buques petroleros (API Tampico 2016). En 2017, Tampico recibió 299 embarcaciones de carga comercial y 351 buques con carga de hidrocarburos.

En 2016, el Puerto de Tuxpan se colocó en el lugar número 10 a nivel nacional en la escala del peso de carga anual, con 14 millones de toneladas de carga, representando el 8% de transportación de carga a nivel nacional (SCT 2016a). El puerto se especializa en el manejo de combustibles y de exportaciones de productos de petróleo, así como de carga agrícola y mineral, la carga general, y la carga de fluidos (El Universal 2017). De acuerdo con el registro del monitoreo del tráfico marítimo, el puerto recibe en promedio 11 embarcaciones y zarpan 14 embarcaciones diario (MarineTraffic 2018).

El Puerto de Alvarado es un puerto estratégico para la transportación de combustibles hacia tierra adentro en México, y está conectado con los principales mercados de Estados Unidos, Europa y América Latina. El puerto cuenta con 1 a 5 rutas activas, y se clasifica como un puerto con “baja actividad”, con un tráfico marítimo de 5 a 8 embarcaciones diarias cuando el puerto está en operación (ERM 2018). Se estima que el Proyecto agregará tres rutas por semana, por pozo, por un periodo de 70 a 120 días, donde no se esperan impactos significativos en el tráfico marítimo existente (ERM 2018).

El Puerto de Dos Bocas es un centro logístico importante para actividades de la industria de los hidrocarburos, las cuales fueron históricamente enfocados a la exploración y producción en la Sonda de Campeche (Ayuntamiento del Municipio de Paraíso Tabasco, Administración 2016-2018). Anualmente, el Puerto de Dos Bocas registra un promedio de 6,000 embarcaciones, con el manejo de 8 millones de toneladas de carga. En el 2016, el Puerto registro el tonelaje más alto de carga de todos los puertos del Golfo de México (SCT 2017). En el 2017, el Puerto registró 8,656 embarcaciones, con un total de 34 millones de toneladas de carga. Los productos de hidrocarburos son la carga más común, representando el 91% del total de la carga (SCT y API 2017).

4.2.4.3.7 Operaciones en aeropuertos y helipuertos.

El Aeropuerto Internacional de Veracruz está ubicado a 9.2 km de la Heroica Veracruz, con vuelos internacionales y nacionales. Conforme a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, el total de pasajeros por mes en 2017, usando el Aeropuerto Internacional de Veracruz fue de aproximadamente 112,700. En 2017, el aeropuerto obtuvo el lugar 13 en la lista de los 59 aeropuertos más grandes de México en términos de volumen de pasajeros en México (SCT 2018).

El Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen está ubicado en el centro de la Isla de Ciudad del Carmen, adyacente a una zona comercial importante. En el 2017, 32,065 vuelos nacionales e internacionales fueron realizados en el aeropuerto, transportando 362,795 pasajeros. En el 2017 ocupó el lugar 35 dentro de los 59 aeropuertos comerciales más grandes de México en términos de volumen de pasajeros (SCT 2018).

El Aeropuerto Internacional de Tampico está ubicado al norte de la ciudad de Tampico, atendiendo el tráfico aéreo nacional e internacional para las áreas metropolitanas de Tampico, Ciudad Madero y Altamira. En el 2017 se realizaron 18,702 vuelos, transportando 711,016 pasajeros. En el 2017 fue el aeropuerto numero 25 dentro de la lista de los 59 aeropuertos más grandes en términos de volumen de pasajeros a nivel nacional (SCT 2018).

La infraestructura y los servicios existentes de los tres aeropuertos son considerados adecuados para las necesidades del Proyecto, y no se esperan interacciones del Proyecto con las localidades adyacentes a estos aeropuertos.

4.2.4.3.8 Turismo y actividades recreativas

Con base en la información pública disponible, entrevistas con los representantes gubernamentales y las observaciones durante la visita de campo como parte de la EvIS, no hay actividades recreativas ni turismo dentro del Área Contractual.

Las estadísticas más recientes de la Secretaría de Turismo (SECTUR 2018), determina el número de turistas visitando los estados (en tierra) más cercanos al Área Contractual en el 2016:

- Tamaulipas: 3,723,620
- Veracruz: 5,192,572
- Tabasco: 1,236,857
- Campeche: 1,404,206
- Yucatán: 1,884,167

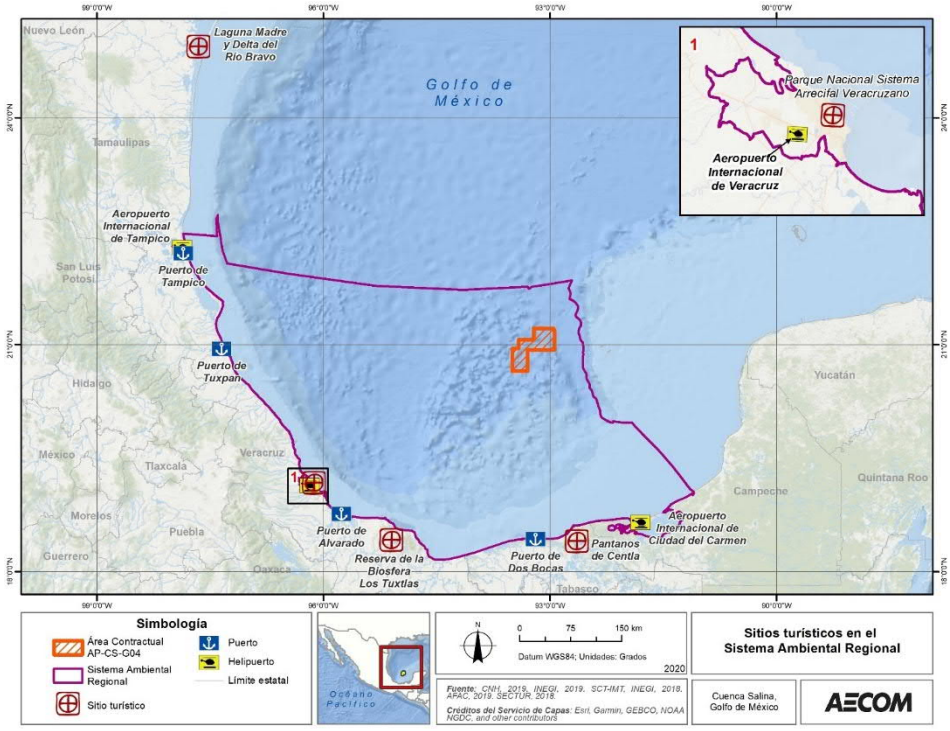
La guía oficial de turismo de México (Visit México 2018) incluye guías turísticas para los 13 destinos de viaje en el país. Ninguna de éstas se ubica cerca de los puertos alrededor del Área Contractual. Estos destinos están en tierra adentro (por ejemplo, Ciudad de México, Oaxaca, Guadalajara), en la costa del Pacífico (por ejemplo, Rivera Nayarit/Puerto Vallarta, Acapulco), o el este de la costa de la península de Yucatán (por ejemplo, Riviera Maya, Cancún, Cozumel, Costa Maya).

Para examinar los impactos potenciales de las llamadas embarcaciones tipo crucero en los puertos importantes, se revisó la información del número de desembarques en el Golfo de México. Con base en la SECTUR (2018), en junio del 2018, los cruceros y los pasajeros fueron a Cozumel, Quintana Roo (698 arribos), Majuahual, Quintana Roo (219 arribos) y Progreso, Yucatán (85 arribos). Ningún otro puerto del Golfo de México fue mencionado en junio 2018. Ninguno de estos puertos se verá afectado por las actividades propuestas en el Área Contractual. Una revisión de la lista de los museos y sitios arqueológicos más importantes a finales del 2017 (SECTUR 2018), muestra que la mayoría de estos sitios no están cerca del Área Contractual.

El turismo en la costa es económicamente importante para los estados del sur del Golfo de México. La expansión del turismo en estos estados es una prioridad de los gobiernos municipales y estatales. Las actividades marítimas en el sur del Golfo de México incluyen la pesca deportiva, el ecoturismo, la gastronomía y paseos en bote o lancha. El turismo y las actividades relacionadas con el comercio en la playa, centros urbanos y en los malecones están relacionados con los mercados gastronómicos y el sector de restaurantes de mariscos y peces. Los receptores costeros sensibles, tales como la pesca y la acuacultura, apoyan al turismo al proveer a restaurantes tradicionales con pescado fresco y pesca local. Otras actividades culturales como conciertos y eventos internacionales se realizan en localidades urbanas de los estados costeros, como Coatzacoalcos, Villahermosa, Paraíso y Campeche.

El ecoturismo del sur del Golfo de México (**Figura 4-76**) ofrece paseos en bote a través de los manglares, canales, islas y lagunas costeras para observar la flora y fauna, así como actividades recreativas como campamentos, observación de ballenas, pesca, buceo, *kayaking* y snorkel, en o cerca de las Áreas Naturales Protegidas y áreas sensibles (por ejemplo, El Parque del Sistema Arrecifal Nacional de Veracruz, Pantanos de Centla, La Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Lagunas Madre y el Delta del Río Bravo). Ninguna de estas ubicaciones está dentro o cerca del Área Contractual, como se describe en la **Sección 4.2.2.3.**

Figura 4-76. Principales puntos turísticos en el SAR



Fuente: SECTUR 2018

4.2.4.4 Indicadores culturales

4.2.4.4.1 Herencia cultural tangible

En el estado de Tamaulipas existen tres zonas arqueológicas registradas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH 2018). Hay un sitio arqueológico, Las Flores, dentro del AII in la localidad de Tampico, 4 km al norte del municipio. El sitio arqueológico se ha visto afectado por el desarrollo dentro de la localidad, y actualmente solo el edificio principal está en pie.

En el estado de Veracruz hay 10 zonas arqueológicas registradas por el INAH (2018). No hay sitios arqueológicos registrados dentro del AII. El sitio arqueológico más cercano al Puerto de Tuxpan es el Castillo de Teayo a 36 km del poblado del puerto de Poza Rica, Veracruz.

En el estado de Tabasco, hay cinco zonas arqueológicas registradas por el INAH (2018). No hay sitios arqueológicos dentro del AII. El sitio arqueológico más cercano es Comalcalco, ubicado en el municipio del mismo nombre, a 23 km del puerto de Dos Bocas.

4.2.4.4.2 Arqueología submarina

El poblamiento de las Américas comenzó al final del Pleistoceno (aproximadamente en 18,000 A.P.) y continuó hasta el Holoceno (hasta aproximadamente 11,000 A.P.) durante el derretimiento de las capas de hielo continentales y el aumento concomitante del nivel del mar que cubrió y cortó el Estrecho de Bering. Las poblaciones originarias del norte de Norteamérica continuaron invadiendo toda América, desarrollando diferentes culturas, durante el Holoceno.

Durante el Pleistoceno tardío e inicio del Holoceno, los niveles eustáticos del mar alrededor del Mar Caribe subieron rápidamente desde los 30 metros por debajo del actual nivel del mar (msnm) a aproximadamente 5 metros por

debajo del actual nivel del mar, alrededor de 7,500 A.P. (Jackson 2013). Un número desconocido de los primeros sitios arqueológicos costeros quedaron sumergidos a medida que aumentaba el nivel del mar. El aumento del nivel del mar disminuyó alrededor de 5,000 A.P., acercándose al nivel actual de altura del mar (Jackson 2013). En el momento en que los exploradores europeos descubrieron las Américas, el nivel regional relativo del nivel del mar se estabilizó dentro del nivel moderno junto con los márgenes continentales no afectados por el proceso isostático (Jackson 2013). Dado que las profundidades asociadas con el Área Contractual están muy por debajo de las exposiciones sub-áreas del Pleistoceno, no hay potencial para objetos del patrimonio cultural prehistórico (OPC) en el Área Contractual.

El desarrollo histórico primario marítimo de las Américas y el archipiélago del Caribe comenzó dentro de los viajes exploratorios de Cristóbal Colon, comenzando en 1492 con el viaje del "Nuevo Mundo" en búsqueda de rutas más rápidas a Asia. Subsecuentemente, Veracruz se convirtió en el centro de comercio y transbordo en la Nueva España (actualmente México). Esto se ve claramente en el número de embarques que ingresaron a Veracruz como parte de los convoyes de suministro anual para mantener las colonias españolas; y para transportar las riquezas de las Américas a España a través de la Flota de Indias (también llamada Flota de Plata 1566 y 1790). El alto número de naufragios registrados en los siglos XVI al XVIII por el número de embarcaciones entrantes y salientes de Veracruz, es un indicativo del incremento del volumen del agua en el sur del Golfo de México (**Tabla 4-41**).

Tabla 4-41. Naufragios de los siglos XVI al XIX en el Puerto de Veracruz

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Salida de Veracruz	1519	Varias embarcaciones	No disponible, (incendiado por Hernán Cortés)
Salida de Veracruz	1527	Carabela	Oro, Plata, General
Salida de Veracruz	1530	Nuestra Señora de Guadalupe (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1535	Nao	General
Salida de Veracruz	1540	La Magdalena (tipo de embarcación desconocido)	General
Entrada a Veracruz	1545	Nao	No disponible
Salida de Veracruz	1550	Nao	No disponible
Salida de Veracruz	1552	Santa Catalina (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1553	Nao	No disponible
Salida de Veracruz	1553	Varios (13 embarcaciones de tipo desconocido)	No disponible, perdido en una tormenta
Salida de Veracruz	1554	Nao	No disponible
Salida de Veracruz	1555	Espíritu Santo, Nao (220 toneladas)	No disponible, perdido en el arrecife
Salida de Veracruz	1555	Santa María la Blanca, Nao (220 toneladas)	Oro, Plata, General, perdido en el arrecife
Entrada a Veracruz	1558	Dos embarcaciones (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1562	Galeón	N/A (De Nueva España a la Habana)

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Salida de Veracruz	1563	Santa María Guadalupe (tipo de embarcación desconocido)	No disponible (hacia Honduras)
Entrada a Veracruz	1566	Tipo de embarcación desconocido	No disponible (hacia Cabo Verde)
Entrada a Veracruz	1566	Nao	Mercurio de España
Salida de Veracruz	1566	Nao	No disponible (perdido en el arrecife de San Juan de Ulúa)
Entrada a Veracruz	1568	5 - 6 embarcaciones inglesas hundidas (tipo de embarcación desconocido)	Carga General
Entrada a Veracruz	1568	Santa Clara, Nao (500 toneladas)	Oro, Plata, y Mercurio
Entrada a Veracruz	1571	La Magdalena (tipo de embarcación desconocido – 886 toneladas)	Mercurio, Vino y General (Entre Tabasco y Coatzacoalcos)
Entrada a Veracruz	1572	4 embarcaciones (tipo de embarcación desconocido)	No disponible (perdido en el Golfo de Campeche)
Entrada a Veracruz	1574	La Maria Santa Catalina (tipo de embarcación desconocido – 300 toneladas)	No disponible (Entre Tabasco y Coatzacoalcos)
Entrada a Veracruz	1574	San Juan (tipo de embarcación desconocido - 400 toneladas)	Oro, Plata, y Mercurio
Entrada a Veracruz	1580	La Trinidad (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1580	Nao	No disponible
Entrada a Veracruz	1582	Nuestra Señora de la Rosa (tipo de embarcación desconocido)	Mercurio
Entrada a Veracruz	1582	Nao	No disponible
Entrada a Veracruz	1584	La Juana (tipo de embarcación desconocido)	
Entrada a Veracruz	1584	4 Nao	Mercurio y General
Entrada a Veracruz	1586	Nao - 200 ton	Pagos para Cuba, General
Entrada a Veracruz	1586	Nao (135 ton)	Carga General (perdido en la costa de Tabasco)
Desconocido	1586	La Trinidad (tipo de embarcación desconocido – 150 toneladas)	No disponible
Entrada a Veracruz	1588	Ascensión, Nao (500 toneladas)	Carga General y Mercurio
Entrada a Veracruz	1590	14 embarcaciones enlistadas como 12 Nao, 2 de tipo desconocido.	Oro, Plata, Mercurio, Carga General
Entrada a Veracruz	1591	Santo Antonio (tipo de embarcación desconocido)	Carga General

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Entrada a Veracruz	1591	5 embarcaciones (tipo de embarcación desconocido)	No disponible, perdido en una tormenta
Salida de Veracruz	1592	3 Nao	N/A (perdido entre Veracruz y La Habana)
Entrada a Veracruz	1594	2 Nao (140, 200 ton)	N/A (perdido entre Veracruz y La Habana)
Entrada a Veracruz	1597	La Concepción (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1597	La María (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1597	3 embarcaciones, (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1601	8 Nao, 2 Fragata, 1 Filibote, 1 Patache, 2 desconocidos	Oro, Plata, Mercurio, Vino y Carga General (Cádiz a Veracruz, perdido en esta región)
Salida de Veracruz	1601	Santo Antonio de Padua (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1604	Santa María de Begoña (tipo de embarcación desconocido – 700 toneladas)	No disponible
Entrada a Veracruz	1605	Desconocido	No disponible
Entrada a Veracruz	1606	Fragata	No disponible
Entrada a Veracruz	1608	Nao	No disponible
Entrada a Veracruz	1610	Varios tipos de embarcaciones	No disponible
Entrada a Veracruz	1615	San Miguel (tipo de embarcación desconocido)	Mercurio, hundido en una fuerte tormenta
Salida de Veracruz	1615	N.S. de la Candelaria (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1616	(tipo de embarcación desconocido – pequeñas embarcaciones)	No disponible, perdido en el arrecife
Salida de Veracruz	1616	Nao	No disponible
Entrada a Veracruz	1620	Nuestra Señora de la Consolación (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1621	El Rosario, Galeón	No disponible, incendiado
Salida de Veracruz	1628	Larga (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1630	Desconocido	No disponible
Salida de Veracruz	1631	Capitana Santa Teresa, Galeón (800 toneladas)	Plata y Monedas (perdido en la Bahía de Campeche debido a la falta de mantenimiento, sobrecarga y una tormenta)

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Salida de Veracruz	1631	Almiranta Nuestra Señora Del Juncal, Galeón	Plata y Monedas (perdido en la Bahía de Campeche debido a sobrecarga y una tormenta)
Salida de Veracruz	1631	Santo Antonio, Nao	Plata y Monedas (perdido en la Costa de Tabasco debido a la falta de mantenimiento y una tormenta)
Desconocido	1637	Nuestra Señora de Monserrat (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1647	Santiago, Galeón	No disponible
Entrada a Veracruz	1657	Desconocido	No disponible
Entrada a Veracruz	1666	El Vizcaino (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1682	Fragata	Pagos
Desconocido	1682	Nuestra Señora de la Candelaria (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1687	N.S. del Rosario y las Animas (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1687	Santo Antonio de Padua (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1687	N.S. del Rosario y San Miguel (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1692	N.S. de la Victoria (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1692	N.S. de los Remedies y San (tipo de embarcación desconocido	No disponible
Entrada a Veracruz	1692	N.S. del Rosario de Santo Cristo (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1692	N.S. del Rosario y Animas Santa (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1695	N.S. del Carmen y Animas (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1695	N.S. del Pilar de Zaragoza (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1702	Santa María de Bessanos (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1706	Jesús, María, y José (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1706	San José (tipo de embarcación desconocido)	No disponible

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Entrada a Veracruz	1707	Santo Cristo de San Román (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1708	N.S. de Balbadena y San José (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1708	San Jesús Cristo de las Tres (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1710	N.S. de Begoña (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1710	N.S. del Mar (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1711	N.S. del Rosario & S. Francisco (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1717	N.S. Cristo de la Veracruz (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1717	N.S. de los Milagros (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1717	Reina Santa Isabel (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1719	Capitana San Juan Bautista (tipo de embarcación desconocido)	Mercurio, No disponible
Entrada a Veracruz	1719	Santo Cristo de Maracaibo (tipo de embarcación desconocido)	Mercurio, No disponible
Entrada a Veracruz	1720	Sacra Familia & El Gallardo (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1725	El Cambi, alias San Bartolomé (tipo de embarcación desconocido)	No disponible, incendiado y hundido
Entrada a Veracruz	1729	N.S. de la Asunción y San Guineto (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1729	N.S. del Rosario y Santo Domino (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1730	San Dionisio, alias El Costante (posible fragata)	No disponible
Entrada a Veracruz	1732	N.S. de la Concepción (tipo de embarcación desconocido)	Mercurio, No disponible
Desconocido	1735	Santa Rosa (patache)	No disponible
Desconocido	1739	San Lorenzo, alias Incendio (posible fragata)	No disponible, hundido en una fuerte tormenta
Desconocido	1739	San Francisco, alias Lanfranco (posible fragata)	No disponible, hundido en una fuerte tormenta

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Entrada a Veracruz	1741	Santa Catalina, alias La Bizarra (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1751	San Jerónimo, alias El Retiro (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1753	N.S. de Monserrate, alias Sultana	No disponible
Desconocido	1754	Retiro	No disponible
Entrada a Veracruz	1755	San Raimundo (fragata)	No disponible
Entrada a Veracruz	1759	N.S. de la Concepción (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1762	San Francisco (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1765	N.S. de la Luz y San Mames (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1766	Nueva España (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1768	El Júpiter (fragata)	No disponible
Entrada a Veracruz	1769	El Postilion de La Habana (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1769	N.S. del Carmen (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1771	Dichoso (tipo de embarcación desconocido)	Correos y desconocido
Salida de Veracruz	1771	Castilla (posible fragata)	No disponible
Desconocido	1775	Santa Ana (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1778	Santa María (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Entrada a Veracruz	1784	San Antonio de Padua (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1786	N.S. de la Soledad (fragata)	No disponible
Desconocido	1786	Santo Antonio de Padua (fragata)	No disponible
Entrada a Veracruz	1787	Sandoval (bergantín)	No disponible
Desconocido	1788	El señor de San Román (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Desconocido	1789	La Princesa (bergantín)	Correo y desconocido
Entrada a Veracruz	1793	N.S. de la Concepción (polacra)	No disponible
Entrada a Veracruz	1795	N.S. de la Luz (goleta)	No disponible
Salida de Veracruz	1797	Floridablanca (bergantín)	Correo y desconocido
Entrada a Veracruz	1805	N.S. de la “O” (fragata)	No disponible

Puerto (Entradas/Salidas)	Fecha	Nombre y tipo de embarcación	Carga y razones de la pérdida
Desconocido	1807	Sirena (fragata)	No disponible
Desconocido	1808	Felicidad (tipo de embarcación desconocido)	No disponible
Salida de Veracruz	1810	Volador (bergantín)	No disponible
Desconocido	1818	Ifigenia (fragata)	No disponible

Fuente: Bonifacio 2008, 2010, Marx 1987

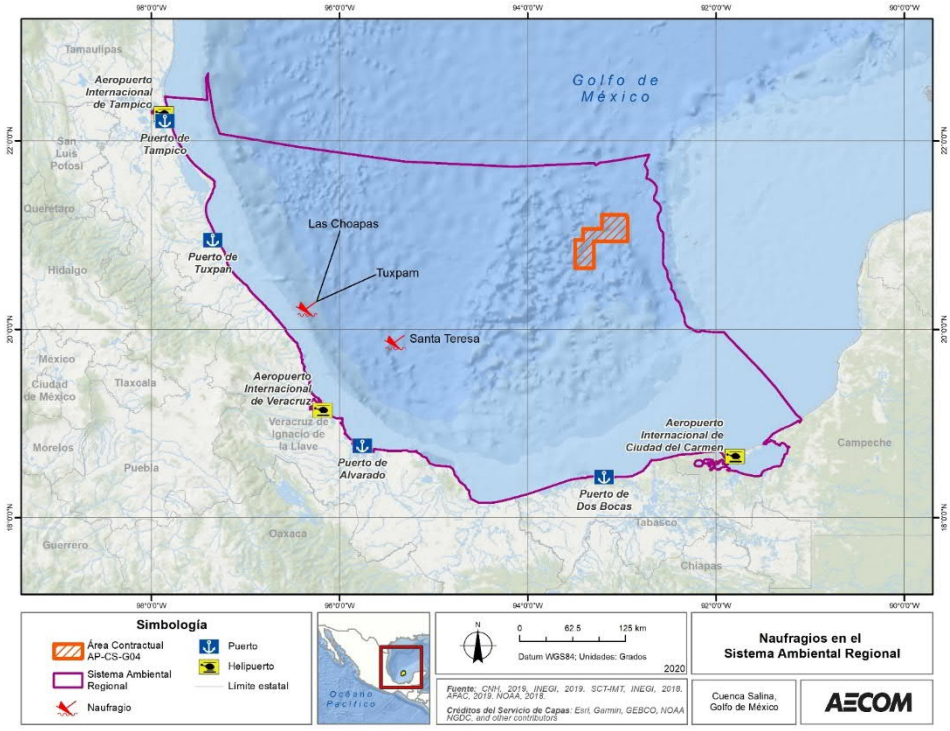
Los conflictos globales del siglo veinte y la expansión de la industria del petróleo en México han contribuido a las pérdidas de las embarcaciones en la región. Durante la Segunda Guerra Mundial, los "u-boat" alemanes patrullaron la placa continental apuntando a las embarcaciones mercantiles. Muchos de estos y otros incidentes permanecen en el suelo marino cerca del Área Contractual (ver **Tabla 4-42** y **Figura 4-77** debajo). Mientras que los naufragios adicionales ocurrieron entre el registro de 1818 de la **Tabla 4-41** y los registros de 1940 en la **Tabla 4-42**, los registros de naufragios de este periodo (entre 1818 a 1941) no están disponibles. No se encontraron registros que indicaran la presencia de ningún naufragio dentro del Área Contractual y no hay naufragios o ningún otro artículo de herencia cultural que se observe en las imágenes recolectadas debajo del agua durante el Estudio de la LBA.

Tabla 4-42. Naufragios recientes en el SAR

Nombre de la embarcación	Fecha	Tipo de embarcación	Carga	Distancia del Área Contractual (Punto Central)	Causa del hundimiento
Tuxpam	06/27/1942	Tanque	Productos derivados del petróleo	299 km SO	Submarino alemán
Las Chopas	06/27/1942	Tanque	Productos derivados del petróleo	299 km SO	Submarino alemán
Santa Teresa	1631	Galeón	Oro y plata	215 km SO	Sobrecarga y clima

Fuente: Base de datos del Propietario 2017, NOAA 2018i, Garrison et al. 1989

Figura 4-77. Ubicación de naufragios recientes en el SAR



Nota: Este mapa incluye solo ubicaciones disponibles de naufragios publicadas por la NOAA. Otras ubicaciones están protegidas por acuerdo previo para evitar buscadores de tesoros e intentos de salvamento ad hoc.

Fuente: NOAA 2018g

4.2.5 Diagnostico ambiental

Las secciones previas en este capítulo presentan los hallazgos de los estudios ambientales utilizados para establecer una Línea Base para el SAR en el cual está inmersa el Área Contractual al sur del Golfo de México.

4.2.5.1 Integridad funcional, capacidad de carga y cambio climático

La investigación publicada, tal como se resume en esta MIA-R, junto con los resultados del Estudio de LBA realizado para el Área Contractual, indica que los impactos antropogénicos previos, tanto directos (locales) como indirectos (por el cambio climático), no han demostrado comprometer la integridad funcional de ninguna población, comunidad o ecosistema en específico a escala del SAR, ni existe evidencia de que la capacidad de carga de la ecorregión, para cualquier población o comunidad, se haya reducido o alterado sustancialmente a dicha escala. Las configuraciones abióticas y los procesos físicos asociados tampoco han sido alterados de manera significativa en la escala del SAR.

4.2.5.2 El Sistema Ambiental Regional

Las condiciones y tendencias físicas ambientales fueron caracterizadas para el SAR con base en la literatura y otras fuentes públicas (por ejemplo, gobierno, academia, documentos de la industria), y los resultados de la campaña del Estudio de LBA para el Área Contractual.

La síntesis de esta información indica que las características abióticas del SAR son espacial y temporalmente estables o rutinariamente cíclicas con respecto a los patrones de circulación, estratificación térmica y geomorfología. El tráfico de embarcaciones a través del SAR representa una fuente transitoria potencial existente de emisiones al aire, luz y/o sonido.

Los parámetros de calidad del agua del Estudio de LBA para el Área Contractual fueron similares a los valores encontrados en la literatura, previamente recolectados por otros programas en el Golfo de México y son considerados representativos del SAR, así como del Área Contractual. En este sentido, en términos de la calidad del agua para el Área Contractual se tiene lo siguiente:

- Las concentraciones de fosfato de las muestras cerca del fondo del Área Contractual y una muestra de la capa de máxima fluorescencia excedieron el límite de Calidad del Agua de 0.002 mg/L (EC-CCA-001/89), sin embargo, se encontraron dentro de los rangos reportados por la NOAA (2017a), y los nutrientes generalmente se encontraron dentro de los intervalos reportados por estudios previos.
- Los hidrocarburos (incluyendo HAP, HTP y BETX) en las muestras de agua recolectadas cerca de la superficie, en la capa de máxima fluorescencia y cerca del fondo estuvieron por debajo de los LD del laboratorio y fueron consistentes con los resultados encontrados en la literatura y representativos del SAR.
- Las concentraciones de cadmio, cromo, cobre, plomo, níquel, estaño y vanadio en las muestras de agua estuvieron todas por debajo de los LD de laboratorio. El aluminio, arsénico y cobalto solo se detectaron en una muestra cada uno. Las concentraciones de hierro fueron generalmente menores a los valores de referencia con excepción de una muestra. Las concentraciones de zinc y bario se registraron por debajo de los criterios ecológicos para la calidad del agua y sugieren condiciones de línea base en el SAR.

La química de los sedimentos en el SAR es representativa de las condiciones de referencia de fondo dependientes de la profundidad del entorno marino bentónico. La revisión de los estudios existentes indicó que los valores de composición isotópica de carbono y nitrógeno representaron condiciones de línea base y que los resultados de la composición isotópica de nitrógeno sugirieron una aportación terrígena en los sedimentos del lecho marino. Adicionalmente, los resultados del potencial redox fueron indicativos de condiciones de línea base. Las muestras del Estudio de LBA estuvieron principalmente compuestas de limo y arcilla, con valores de carbono orgánico total y materia orgánica total similares a los resultados encontrados en la literatura.

Las concentraciones de sedimentos metálicos en el SAR y el Golfo de México muestran una variabilidad geográfica notable, lo que indica que los rangos de valores estrechos generalmente no representan el SAR en su conjunto. Los resultados del Estudio de LBA fueron más comparables con otros estudios dentro de la región del SAR, aunque estos se consideran solo representativos localmente.

Los metales se producen naturalmente en los sedimentos marinos y las concentraciones en el SAR, aunque incluyen la variabilidad espacial, sugirieren condiciones de referencia para un entorno de aguas profundas. En el Estudio de LBA, el mercurio y selenio estuvieron por debajo de los límites de detección. Según la comparación con los valores del CCME, las concentraciones de metales detectados de la campaña LBA estaban por debajo de los valores de referencia para el riesgo de la vida marina, excepto por una muestra de cadmio, cuya concentración (0.821 µg/g – 0.968 µg/g) se encontró ligeramente por encima del TEL (0.7 µg/g), pero por debajo del PEL (4.2 µg/g).

Los estudios de HAP en sedimentos del Golfo de México generalmente muestran bajas concentraciones de HAP variando por debajo del LD de 1.24 µg/g. Se analizaron 16 contaminantes prioritarios de HAP durante la campaña del Estudio de LBA, los cuales no fueron detectados. Estos hallazgos sugieren que el SAR es consistente con las concentraciones típicas de HAP encontradas a lo largo del Golfo de México. Las concentraciones de las fracciones pesada y ligera de HTP estuvieron por debajo de su respectivo LD para todas las muestras (LD= 300 µg/g y 3.834 µg/g, respectivamente). La fracción media de HTP fue detectada en 12 muestras, variando desde 16.15 µg/g a 27.28 µg/g. La relación promedio de hopano/HTP en el Estudio del LBA fue 1,801, varios órdenes de magnitud mayor que la lista de Materiales de Referencia Estándar del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología 2779 (NIST SRM 2779, por sus siglas en inglés) para el petróleo crudo (42.1 ppm), lo que indica la presencia cualitativa de petróleo crudo muy intemperizado y, por lo tanto, es probable que los HTP detectados en el SAR provengan de una emanación pequeña de la región.

El fitoplancton marino en el SAR incluye un estimado de especies de 1,000 diatomeas, 600 dinoflagelados, y 2,000 cianobacterias, con una distribución y densidad espacial y temporal variables. Existe una tendencia transitoria relacionada con el desplazamiento de la escorrentía costera de nutrientes en el Golfo de México, donde

la diversidad y la biomasa del fitoplancton aumentaron en las aguas costeras junto con el incremento de una mayor disponibilidad de nutrientes. Los cambios estacionales en la abundancia del fitoplancton en el Golfo de México han estado vinculados con los vientos fuertes (usualmente durante la temporada de huracanes) y el incremento de la precipitación típica entre julio y agosto, ambos influenciando las concentraciones de nutrientes en las aguas someras. Las distribuciones verticales homogéneas de fitoplancton fueron observadas en el Golfo de México, han estado asociadas a florecimientos de fitoplancton severos en primavera, mientras que las distribuciones heterogéneas son más comunes en el otoño. El SAR es generalmente oligotrófico, con una abundancia típica de fitoplancton entre 50 y 150 mg/m^3 y niveles de clorofila-a bajos. Las concentraciones de fitoplancton y clorofila-a en el Golfo de México generalmente alcanzan su punto máximo en julio, disminuyendo a su punto mínimo anual en febrero. Muchos tipos de fauna están presentes dentro del SAR, pero su vulnerabilidad ante las actividades del sector hidrocarburos en el Área Contractual está limitada debido a la naturaleza transitoria de la mayoría de las especies. Se espera que las especies pelágicas tales como el zooplancton, peces, tortugas marinas, mamíferos marinos y aves transiten por el SAR, pero al ser transeúntes, es probable que se alejen de la actividad humana en cuanto sea detectada. De acuerdo a los resultados del Estudio de LBA y la literatura existente, la abundancia y diversidad de zooplancton en el SAR son típicas de aguas oligotróficas del Golfo de México y ninguna de las especies identificadas de zooplancton está en alguna categoría de riesgo acorde a la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

De las 1,128 especies de peces que se espera estén presentes en el SAR, probablemente solo las especies definidas como batipelágicas, batidemersales, bentopelágicas y oceanopelágicas (32%) están en aguas profundas, mismas que comprenden la mayor parte del SAR. Del listado de especies potenciales de peces en el SAR solo tres especies están en la categoría de riesgo como Amenazadas, según la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies están asociadas a hábitats comunes a lo largo del SAR: el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), el tiburón blanco (*Carcharodon Carcharias*) y el tiburón ballena (*Rhincodon typus*).

Con base en la literatura, en el Golfo de México se distribuyen 29 especies de mamíferos marinos, todos en alguna categoría de riesgo de según la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estos, dos especies están en la categoría denominada En Peligro de Extinción (P) *Eubalaena glacialis* (Ballena Franca Glaciallos) y *Trichechus manatus* (Manatí) y, el resto en la categoría de Protección Especial (Pr).

En lo referente a tortugas marinas, la información bibliográfica en el Golfo de México reporta el registro de cinco especies de tortugas marinas *Dermochelys coriacea* (Tortuga Laúd), *Caretta caretta* (Tortuga Caguama), *Eretmochelys imbricata* (Tortuga Carey), *Lepidochelys kempii* (Tortuga Lora) y *Chelonia mydas* (Tortuga Verde). Estas cinco especies se distribuyen en hábitats costeros y mar adentro en el Golfo de México. Todas estas especies están en la categoría P.

Existen 47 especies de aves marinas en la sección mexicana del Golfo de México, muchas de las cuales pueden potencialmente forrajear en la Cuenca Salina o cerca del Área Contractual, como se observó durante el Estudio de LBA. Las aves terrestres y acuáticas tienden a presentar afinidad costera y, por lo tanto, no se espera que se encuentren normalmente en el Área Contractual. Muchas especies de aves migran a través del Golfo dos veces al año y pueden cruzar el Área Contractual en ese momento. Del listado de especies de aves marinas siete están en algún estatus de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cuatro están en la categoría Pr, dos en la categoría de Amenazadas (A) y una en la categoría P. Ninguna de estas especies es endémica.

La mayoría de las pesquerías comerciales del Golfo de México suceden cerca de la costa (dentro de bahías someras y estuarios, y a pocas millas de la costa), en aguas adyacentes y parcialmente superpuestas con el SAR.

En comparación con los hábitats productivos de la zona cercana a la costa, los hábitats pelágicos de aguas profundas y ultra profundas, los cuales comprenden la mayor parte del SAR soportan relativamente pocas especies de interés comercial y de bajo impacto económico.

La única pesquería objetivo que se traslapa casi completamente con el SAR es la de atún aleta amarilla (*T. albacares*) con 1,189.40 toneladas métricas de atún producido en 2013 en la parte mexicana del Golfo de México. El estado de Veracruz está en el primer lugar en pesquerías marinas dentro de los seis estados mexicanos en el Golfo de México, representando más del 30% de la captura total.

El Área Contractual está ubicada aproximadamente a 234 km de la costa más cercana. Con base en la altura de la torre de perforación del buque de perforación, el límite teórico de visibilidad es de 37 km. Por lo tanto, la zona de influencia visual incluye un radio de 37 km del Área Contractual dentro del SAR y está completamente costa afuera (es decir, no se intersecta con la línea costera), no incluye ANP, áreas de uso recreativo (excepto navegación costa afuera), edificios, áreas construidas o áreas de importancia cultural.

Varias ANP y otros tipos de áreas sensibles (RMP, RHP, RTP, AICAS, Sitios Ramsar o SPM) se ubican parcial o totalmente en el SAR, aunque ninguna se sobrepone con el Área Contractual. Se espera que las tortugas marinas, aves y mamíferos marinos migren/transiten a través del SAR. Las áreas sensibles adyacentes, pero no dentro del SAR, incluyen playas, dunas y humedales, que pueden ser vulnerables a cambios en la calidad del sedimento o del agua. Las áreas sensibles son importantes ya que soportan la funcionalidad integral de las comunidades y ecosistemas dentro del SAR y no han sido impactadas de manera significativa por las actividades antropogénicas a escala del SAR.

Las bases logísticas para el Proyecto estarán en los Puertos de Tampico, Tuxpan, Alvarado (secundarios) y Dos Bocas (primario). Estos serán usados para la transferencia y/o almacenamiento de suministros, materiales, equipos, residuos y personal. Por esta razón, el Área de Influencia Indirecta fue definida por estos puertos, los cuales comprenden el área principal de influencia socioeconómica del Proyecto. Los Aeropuertos Internacionales de Veracruz, Tampico y Ciudad del Carmen, serán utilizados únicamente para el transporte en helicóptero del personal de y hacia el Área Contractual; estos no se consideraron áreas principales de influencia socioeconómica del Proyecto. Las compañías que utilizan los puertos operan principalmente en el sector hidrocarburos, petroquímicos y transporte de carga; los sectores de manufactura, minería y agroalimentario están presentes en menor medida.

Las actividades económicas principales dentro del SAR incluyen la pesca en aguas profundas y las actividades marítimas comerciales. Las embarcaciones comerciales que navegan de y hacia otros puertos localizados en el Golfo de México o destinos extranjeros podrían navegar a través del Área Contractual.

Los cuatro puertos tienen densidades de moderadas a altas de tráfico marítimo, mientras que la mayor parte del SAR generalmente tiene una densidad menor a 30 embarcaciones por día por km^2, con carriles de navegación establecidos que pueden tener más de 120 embarcaciones por día por 5 km^2.

El Área Contractual sigue este patrón, para incluir una importante ruta de envío con tendencia noreste/suroeste donde la densidad puede exceder 120 embarcaciones por día por 5 km^2. Por otro lado, una tendencia general de tráfico de alta densidad cruza en dirección norte/sur a través del Área Contractual entre el Puerto de Dos Bocas y la costa del golfo de EE. UU.

El diagnóstico ambiental anterior para el SAR del Área Contractual establece una condición ambiental base típica de las áreas cercanas a la costa y en aguas profundas del Golfo de México, sin evidencia significativa de impactos antropogénicos previos. Los impactos potenciales asociados con el Proyecto propuesto se describen en el **Capítulo 5**. Las medidas de mitigación para evitar o minimizar los impactos potenciales se identifican en el **Capítulo 5** y se describen en el **Capítulo 6.**

5 Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos

5.1 Introducción

En el presente capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos potenciales resultantes de las interacciones entre las actividades del Proyecto (descritas en el **Capítulo 2**) y los receptores ambientales y socioeconómicos, analizados en el **Capítulo 4**. Dichas interacciones conforman el "escenario ambiental" en el cual se aplicará el proceso de evaluación del impacto, de acuerdo con la información presentada en los capítulos precedentes de este documento.

El alcance de la evaluación de impactos se enfocará en la perforación exploratoria costa afuera, sin embargo, se contemplan las actividades asociadas al Proyecto como la movilización y desmovilización del buque de perforación, las operaciones marinas, las actividades de perforación y cierre, y el soporte logístico del Proyecto.

El alcance de esta evaluación de impactos no incluye el tratamiento ni la disposición final de los residuos generados por el Proyecto en tierra, pero sí contempla el transporte de los mismos hasta el lugar de disposición final, por medio de empresas autorizadas por la SEMARNAT (ver **Capítulo 2**).

La evaluación de impactos considera la **significancia** potencial de cada impacto identificado, esto se logra determinando la interacción entre la **magnitud** de las actividades del Proyecto y la **sensibilidad o vulnerabilidad** de los receptores ambientales y sociales. La evaluación de impactos considera tanto los eventos planeados como los no planeados.

Términos clave

Actividad del Proyecto - Se refiere a la acción que ocurre como resultado directo de la implementación del Proyecto. Esta incluye todas las etapas del Proyecto.

Aspecto del Proyecto - Es la característica asociada a la actividad del Proyecto que tiene el potencial de provocar un cambio en las condiciones ambientales o sociales.

Sensibilidad/vulnerabilidad del receptor - La sensibilidad o vulnerabilidad de un receptor está basada en su presencia, valor y resiliencia a adaptarse a los cambios o recuperarse de un impacto.

Magnitud del impacto - Es la escala de un cambio, determinado con base en parámetros que incluyen reversibilidad, frecuencia, duración y extensión. La magnitud ayuda a determinar el tamaño y escala del impacto identificado.

Significancia del impacto - Se obtiene al considerar la magnitud del impacto contra la sensibilidad de cualquier receptor identificado. La significancia del impacto se usa para proveer una evaluación definitiva y para determinar si se requiere una mitigación adicional.

5.2 Metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos

La metodología de evaluación utilizada consideró los criterios establecidos en las siguientes guías y estándares: las mejores prácticas internacionales de Shell, incluyendo la guía de Salud, Seguridad, Medioambiente y los Lineamientos de Integridad y Responsabilidad Social, 2016 de Shell, las prácticas del sector internacional, el enfoque sistemático basados en los estándares del Banco Mundial (IFC 2015) y las Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la IFC: Estándar de Desempeño No. 1: Evaluación y Gestión de los Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales (IFC 2012).

Cabe resaltar que los impactos socioeconómicos potenciales del Proyecto se describen y se evalúan con mayor detalle en la EvIS del Proyecto, de la cual Shell cuenta con la Resolución favorable emitida por la SENER a través del documento fechado el 16 de noviembre de 2018. Esta MIA-R se alinea con la EvIS en términos del análisis de los impactos socioeconómicos potenciales y de las medidas de mitigación propuestas.

5.2.1 Identificación de receptores ambientales y socioeconómicos

El primer paso de la evaluación de impacto es identificar los receptores ambientales y socioeconómicos (componentes del SAR) que podrían verse afectados adversa o positivamente por el Proyecto.

Para propósitos de esta evaluación, los receptores pueden definirse como los elementos del ambiente natural o social que pudieran interactuar con, o ser afectados por el Proyecto.

Los receptores potenciales se identificaron considerando los posibles impactos del Proyecto mediante estudios de campo, la revisión de la información existente, y a través de la identificación de los actores de interés realizada como parte de la EvIS. Con base en la revisión de la información existente, se identificaron **tres categorías** de receptores:

- **Ambiente abiótico** (medio físico y químico, por ejemplo, clima, calidad del aire, sedimento del lecho marino o calidad del agua)**;**
- **Ambiente biótico** (medio biológico, por ejemplo, flora y fauna); y
- **Ambiente socioeconómico** (comunidades, grupos sociales e individuos, por ejemplo, grupos vulnerables o expuestos a riesgos de salud y seguridad del Proyecto)**.**

Los receptores ambientales y socioeconómicos identificados se presentan en la **Tabla 5-1,** los cuales fueron considerados por su sensibilidad/vulnerabilidad a los impactos potenciales del Proyecto.

Tabla 5-1. Receptores Ambientales y Socioeconómicos con potencial de ser impactados por el Proyecto

Categoría	Componente ambiental	Receptores ambientales y socioeconómicos
Ambiente abiótico	Aire	Clima regional/global
		Calidad del aire
		Luz
		Sonido
	Sedimento	Calidad del sedimento del lecho marino
		Calidad del sedimento de la línea costera
	Agua	Calidad del agua marina
		Luz
		Sonido
Ambiente biótico	Flora, fauna y áreas protegidas	Comunidades de peces
		Comunidades planctónicas
		Comunidades y hábitats bentónicos costa afuera
		Comunidades y hábitats costeros
		Mamíferos marinos
		Tortugas marinas
		Aves marinas y costeras
		Otras especies protegidas
		Áreas protegidas/sensibles
Ambiente socioeconómico	Aspectos sociales y económicos	Comunidades locales - disturbios
		Calidad visual (paisaje)
		Turismo
		Patrimonio cultural
		Pesca (comercial, artesanal/de subsistencia y recreativa)

Categoría	Componente ambiental	Receptores ambientales y socioeconómicos
		Navegación/tráfico marino y transporte
		Infraestructura Pública
		Infraestructura submarina (por ejemplo, cables submarinos, ductos)
		Economía

Fuente: AECOM 2021

5.2.2 Actividades y aspectos planeados del Proyecto

La **Tabla 5-2**, incluye las actividades identificadas para el Proyecto que podrían provocar total o parcialmente, un cambio en las condiciones ambientales o socioeconómicas existentes ya sea de forma negativa, positiva o neutral.

Tabla 5-2. Actividades del Proyecto que potencialmente pueden generar impactos

Actividades del Proyecto
Movilización y estudio previo a la perforación
Movilización y desmovilización del buque de perforación hacia y desde la ubicación del pozo, y el uso de propulsores para navegar y mantener el buque de perforación en posición
Instalación en el lecho marino y el uso de un conjunto de transpondedores acústicos para mantener el buque de perforación en posición
Levantamiento del lecho marino y actividades de instalación
Operación
Uso del sistema de enfriamiento con agua del buque de perforación
Generación de drenaje de cubierta y agua de sentina
Generación de agua residual sanitaria (gris y negra)
Generación de residuos en el buque de perforación y los OSV
Generación de agua potable
Perforación *riserless* (utilizando WBDF)
Perforación con *riser* (utilizando NADF)
Cementación de revestimiento para secciones perforadas y transporte de cemento de los OSV al buque de perforación
Operación y mantenimiento del BOP
Uso de materiales consumibles durante operaciones de perforación
Despliegue de fuente de sonido acústico durante PSV
Movimientos de helicóptero de la base en tierra al buque de perforación
Tráfico de OSV del puerto al buque de perforación
Uso de luces en los OSV
Empleo de mano de obra
Adquisición de bienes
Transporte en carreteras
Uso de puertos existentes
Taponamiento y desmovilización

Actividades del Proyecto
Movilización y estudio previo a la perforación
Taponamiento temporal de sitio - taponamiento del pozo y colocación de una tapa de suspensión o una tapa permanente

Fuente: AECOM 2021

A fin de integrar los impactos potenciales generados por el Proyecto de forma sistemática, las actividades descritas en el **Capítulo 2**, se integran en tres etapas:

1. **Movilización y estudio del sitio** previo a la perforación;
2. **Operación** – incluyendo perforación, adquisición de registros del pozo, PSV; y
3. **Taponamiento y desmovilización.**

Cada etapa, descrita en el **Capítulo 2**, se analizó con el objetivo de identificar los aspectos del Proyecto asociados con las actividades.

5.2.3 Identificación de las interacciones Proyecto-ecosistema

La matriz de interacciones entre las actividades del Proyecto y los receptores ambientales y sociales se muestra en el Anexo 8.2.11. Estas interacciones incluyen actividades planeadas y no planeadas y se presentan independientemente de si las interacciones son positivas o negativas, directas o indirectas.

5.2.4 Criterios de evaluación y metodología para los eventos planeados

La metodología de evaluación de impacto utilizada proporciona una base para caracterizar los impactos ambientales y socioeconómicos potenciales del Proyecto, tanto para eventos planeados como no planeados, como se definen a continuación:

Evento Planeado: Aquel en el cual un aspecto del Proyecto es resultado de las actividades de rutina de este. Por ejemplo, la generación de emisiones atmosféricas por el buque de perforación durante las operaciones normales de perforación;

Evento No Planeado: Aspecto del Proyecto resultante de un evento imprevisto, incluyendo la falla del equipo, un error humano o un proceso que no se realizó conforme a los parámetros de diseño. Algunos ejemplos incluyen derrames, fugas, emisiones de emergencia y colisiones.

La metodología de evaluación de impacto que se presenta en esta sección para las actividades planeadas del Proyecto considera la magnitud del impacto y la sensibilidad/vulnerabilidad del receptor. Por su parte, para los eventos no planeados, que se presenta en la **Sección 5.2.5,** considera la probabilidad de ocurrencia del impacto contra la severidad, si es que sucede.

La diferencia entre los dos enfoques refleja el hecho de que es probable que ocurran eventos planeados y, por lo tanto, son un aspecto del Proyecto con un potencial real para causar un impacto. La probabilidad no se considera en la evaluación porque se asume que las actividades planeadas suceden; por otro lado, no se espera que sucedan los eventos no planeados y el objetivo específico de Shell es evitarlos. También se indican los casos donde no se identificaron impactos adversos y/o positivos.

5.2.4.1 Identificación de los impactos potenciales

Cada aspecto del Proyecto identificado en la **Sección 5.2** tiene el potencial de generar un impacto. Con el fin de determinar cuáles serían los impactos potenciales, se realizó un análisis de las actividades del Proyecto y sus interacciones potenciales con los receptores ambientales y socioeconómicos, mediante un modelo matemático y/o el juicio y la experiencia profesional. La **Sección 5.3** proporciona una descripción de cada uno de los impactos potenciales identificados.

Los impactos pueden ser considerados como benéficos o adversos y, como directos, indirectos, sinérgicos o acumulativos. La definición de estos términos se presenta a continuación:

Naturaleza del impacto:

- **Benéfico –** Es un impacto que es considerado como una mejora para el receptor o que introduce un nuevo factor deseado; o
- **Adverso –** Un impacto que no es considerado como favorable o que introduce un nuevo factor no deseado.

Tipo de impacto:

- **Directo –** Un impacto creado como resultado directo de una actividad del Proyecto; (por ejemplo, el impacto potencial sobre el comportamiento de los mamíferos marinos por el sonido submarino producido durante las actividades de perforación);
- **Indirecto –** Un impacto que es generado de forma indirecta por una actividad del Proyecto, que podría derivarse de las interacciones principales entre el Proyecto y el ambiente natural y social debido a las interacciones posteriores en el medio; (por ejemplo, la creación de oportunidades de empleo para una compañía de manejo de residuos);
- **Sinérgico** – Un impacto que podría resultar de los impactos individuales asociados con el Proyecto, combinándose en un único receptor o recurso, y magnificando los efectos adversos o beneficiosos; o
- **Acumulativo** – Un impacto que puede resultar de la combinación de los impactos del Proyecto con los de otros desarrollos existentes, planeados o razonablemente definidos.

5.2.4.2 Criterios de evaluación y metodología

Como se indicó anteriormente, la evaluación busca analizar la **significancia** de cada impacto en el ambiente receptor, considerando la **magnitud** del impacto y la **sensibilidad/vulnerabilidad** de los receptores identificados.

Los criterios para establecer la magnitud del impacto, la sensibilidad/vulnerabilidad del receptor y la **significancia** del impacto se describen a continuación.

5.2.4.2.1 Magnitud del impacto

La magnitud del impacto se basa en los criterios que se describen en la **Tabla 5-3**. A cada parámetro se le asigna un valor para determinar la magnitud.

Tabla 5-3. Definiciones cuantitativas de los criterios de magnitud del impacto

Parámetro	Definición	Valor de criterio
Reversibilidad	*Temporal* – Un impacto de una actividad del Proyecto que es reversible.	1
	Permanente – Un impacto de una actividad del Proyecto que es irreversible.	2
Frecuencia	No ocurre frecuentemente (por ejemplo, menos de 5 veces)	1
	Ocurre repetidamente pero intermitente (*p. ej.,* 5 a 15 veces)	2
	Ocurre frecuentemente (por ejemplo, más de 15 veces)	3
Duración	*Corta*– Actividades del Proyecto que durarán solo por un tiempo limitado (menos de un mes); y cuyos impactos asociados cesarán cuando se complete la actividad del Proyecto.	1
	Media – Impactos de las actividades del Proyecto que durarán más de un mes y menos de un año.	2

Parámetro	Definición	Valor de criterio
	Larga – Impactos de las actividades del Proyecto que durarán más de un año.	3
Extensión geográfica (área/superficie)	*Local* - Impactos que afectan localmente recursos importantes o que están restringidos a una única área administrativa (local) o comunidad local (extensión no extendida).	1
	Regional – Impactos que afectan recursos importantes de forma regional o que se experimentan a una escala regional determinada por las fronteras administrativas (ligeramente extendidos por la región).	2
	Nacional – Impactos que afectan recursos importantes de forma nacional, afectan un área que es de importancia nacional, protegida o con consecuencias macroeconómicas (extendido por México).	3
	Internacional – Impactos que afectan recursos importantes internacionalmente como áreas protegidas por las convenciones o tratados internacionales y que pueden afectar a más de un país (incluyendo temas de fronteras).	4
Intensidad	Se define como el grado de cambio, por ejemplo, de concentración de una emisión o descarga, con respecto a los estándares de aceptación que indican la legislación aplicable y los lineamientos internacionales; su toxicidad o bio-acumulación potencial y su probabilidad de persistencia en el ambiente. Se clasifica en:	
	Un evento de baja intensidad;	1
	Un evento de intensidad moderada;	2
	Un evento de alta intensidad.	3

Fuente: AECOM 2021

Los valores de cada parámetro se sumaron para obtener la clasificación general de la magnitud del impacto. Con base en esta evaluación cuantitativa y la aplicación de los resultados de los modelos y el juicio profesional, se le asignó una magnitud de impacto a cada aspecto del Proyecto (por ejemplo, Insignificante, Baja, Media o Alta) tal como se muestra en la **Tabla 5-4.**

Tabla 5-4. Clasificación de la magnitud del Impacto

Magnitud del impacto	Valor (suma de los parámetros)
Insignificante	5-6
Baja	7-9
Media	10-12
Alta	13-15

Fuente: AECOM 2021

A continuación, se presentan ejemplos genéricos de los posibles impactos, algunos de los cuales son relevantes para este Proyecto en particular:

La clasificación de magnitud Alta puede incluir:

- Contaminación atmosférica, del agua o costera por la toxicidad de productos no biodegradables y/o sustancias peligrosas que pueden tener un impacto adverso significante en la salud, incluyendo lesiones serias o muerte;

- Alteración del nivel de sonido en el ambiente que pueda afectar la salud humana o causar la muerte o daño permanente en las especies o personas; y/o
- Nivel de sonido submarino que pueda resultar en la muerte o en daño permanente de especies marinas protegidas, así como afectar a la supervivencia de las especies marinas en general.

La clasificación de magnitud Media puede incluir:

- Consumo de materia prima, agua, energía o combustible que pueda resultar en escasez a escala nacional;
- Contaminación atmosférica, del agua o costera por productos tóxicos o de baja degradación y/o sustancias peligrosas con el potencial de causar efectos crónicos en la salud humana después de un tiempo de exposición prolongado;
- Nivel de sonido en el ambiente ligeramente más elevado que el umbral autorizado;
- Nivel de sonido submarino que pueda resultar en el daño de individuos de especies protegidas, aunque no impacte su supervivencia;
- Alta generación de residuos que puedan ser segregados y tratados por compañías especializadas; y/o
- Impacto de gran o considerable efecto sobre la forma de subsistencia de las comunidades, persiste más de 1 año, pero puede adaptarse y ser reversible.

La clasificación de magnitud Baja puede incluir:

- Consumo de materia prima, agua, energía y combustibles a escala regional;
- Contaminación atmosférica, del agua o contaminación costera en niveles detectables, pero por debajo de los umbrales que pueden tener un efecto en la salud humana;
- Niveles aceptables de sonido en el ambiente por debajo de los umbrales que pueden tener un efecto en la salud humana;
- Niveles de sonido submarino que solo pueda causar impactos menores (cambios de comportamiento) en las especies protegidas;
- Baja generación de residuos segregados y tratados por compañías especializadas; y/o
- El impacto es perceptible en la forma de subsistencia de las comunidades, sin embargo, es temporal (menos de 1 año).

La clasificación de magnitud Insignificante puede incluir:

- Bajo consumo de materia prima con consumos imperceptibles de agua y energía;
- Efluentes de residuos vertidos en el agua, el aire o al suelo en concentraciones cercanas a las naturales;
- Niveles de sonido en el ambiente y sonido submarino similares a los niveles de referencia;
- Cambios imperceptibles en el ecosistema y/o el paisaje;
- Impactos imperceptibles en especies protegidas;
- Producción imperceptible de residuos no peligrosos o de manejo especial, y/o
- El receptor social no se verá afectado por el impacto, y es considerado ‘imperceptible’.

En la **Sección 5.3,** se incluye mayor detalle de la evaluación de impacto ambiental, que define la magnitud del impacto de cada aspecto analizado para el Proyecto.

5.2.4.2.2 Sensibilidad/Vulnerabilidad del Receptor

El grado de sensibilidad/vulnerabilidad de un receptor se basa, en parte, en su presencia, vulnerabilidad y capacidad de adaptarse naturalmente a los cambios, o a recuperarse de los impactos. Con base en la evaluación del Estudio de LBA y la caracterización del SAR descritos en el **Capítulo 4**, a cada receptor se le asigna una categoría y nivel de **sensibilidad/vulnerabilidad** de acuerdo con los criterios presentados en la **Tabla 5-5**.

Tabla 5-5. Categorías por clasificación de la sensibilidad/vulnerabilidad

Categoría	Nivel	Descripción
Alta	**4**	• *Biótico:* Especies y/o áreas naturales protegidas internacionalmente y por la legislación ambiental mexicana[3] y/o áreas naturales protegidas que tienen poca o nula capacidad para absorber o adaptarse al cambio dentro del área impactada por las actividades del Proyecto durante épocas de alta vulnerabilidad (por ejemplo, durante época reproductiva, periodos de anidación o de eclosión) y durante periodos rutinarios o de alta probabilidad de presencia. • *Abiótico:* El aire, agua o sedimento o recurso tienen poca o ninguna capacidad de absorber el cambio sin alterar sus características actuales. • *Socioeconómico:* Un receptor social vulnerable sin capacidad y medios para adaptarse al cambio y mantener/mejorar las condiciones actuales.
Media	**3**	• *Biótico:* Especies amenazadas nacional o internacionalmente[4] dentro del área impactada por las actividades del Proyecto durante periodos de alta sensibilidad (por ejemplo, durante la época reproductiva, periodos de anidación o de eclosión) y/o durante periodos rutinarios o de alta probabilidad de presencia. Estas especies usualmente son de importancia a escala local y regional dentro del área afectada por las actividades del proyecto. • *Abiótico:* El aire, agua o sedimento o recurso tienen cierta capacidad de absorber el cambio sin alterar sus características actuales. • *Socioeconómico:* Un receptor social con capacidad y medios limitados para adaptarse al cambio y mantener/mejorar las condiciones actuales. Su adaptación toma tiempo y/o solo es parcial.
Baja	**2**	• *Biótico*: Especies no protegidas y/o con poblaciones abundantes que tienen una capacidad de moderada a alta para absorber o adaptarse al cambio (por ejemplo, tienen la capacidad de moverse lejos o adaptarse al impacto del Proyecto) • *Abiótico*. El aire, agua o sedimento o recurso tienen buena capacidad de absorber el cambio sin alterar sus características actuales. • *Socioeconómico:* Un receptor social con buena capacidad y medios para adaptarse al cambio y mantener/mejorar sus características actuales. Su adaptación toma tiempo y/o solo es parcial.
Insignificante	**1**	• *Biótico*: No incluye flora o fauna sensibles o protegidas o corresponde a un ecosistema no sensible o ya impactado. • Abiótico: La fuente de aire, agua o sedimento es tolerante al cambio sin detrimento de sus características. • *Socioeconómico*: Un receptor social con la capacidad y los medios para adaptarse al cambio y mantener/mejorar las condiciones actuales.

Fuente: AECOM 2021

[3] Identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

[4] Enlistadas en la clasificación de especies amenazadas de la Lista Roja IUCN.

5.2.4.2.3 Significancia potencial del impacto

Una vez definida la magnitud del impacto y la sensibilidad/vulnerabilidad del receptor, el siguiente paso es evaluar la **significancia** del impacto potencial. Esto se deriva en función de la **magnitud** del impacto potencial y la **sensibilidad o vulnerabilidad** del receptor, utilizando la matriz que se presenta en la **Tabla 5-6.**

Tabla 5-6. Matriz de significancia de impacto

		Sensibilidad/Vulnerabilidad del receptor (presencia y resiliencia)			
		Insignificante (1)	**Baja (2)**	**Media (3)**	**Alta (4)**
Magnitud del impacto (extensión, duración, frecuencia, reversibilidad)	**Insignificante (5 a 6)**	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante o Menor*
	Baja (7 a 9)	Insignificante	Menor	Menor o Moderada*	Moderada
	Media (10 a 12)	Insignificante	Menor o Moderada*	Moderada	Mayor
	Alta (13 a 15)	Insignificante o Menor*	Moderada	Mayor	Mayor

**Se utilizará la experiencia profesional para determinar la significancia del impacto, seleccionando una categoría única para la significancia.*

Fuente: AECOM 2021

La matriz de la **Tabla 5-6** permite identificar la **significancia** del impacto, esta se clasifica como Insignificante, Menor, Moderada o Mayor. La **Tabla 5-7** proporciona una definición más detallada**.**

Tabla 5-7. Definiciones de la significancia del impacto

Significancia	Definición
Mayor	Se prevé que los impactos potenciales o residuales con una significancia "**Mayor**" tengan cambios dañinos y duraderos en el funcionamiento de un receptor, y pueden tener consecuencias más amplias (por ejemplo, en la salud del ecosistema). Los impactos potenciales de Significancia Mayor son prioridad para la mitigación con el fin de evitar o reducir su significancia a un nivel aceptable (es decir, imperceptible o menor) y se implementarán planes y procedimientos de control, con el objetivo de reducir la significancia de cualquier impacto identificado.
Moderada	Se espera que los impactos potenciales o residuales con una significancia "**Moderada**" sean perceptibles y resulten en cambios duraderos en la degradación de un receptor. No se anticipan consecuencias más amplias para el ecosistema. Se requieren medidas de mitigación adicionales para ayudar a reducir el impacto identificado a un nivel aceptable (es decir, imperceptible o menor).
Menor	Se prevé que los impactos potenciales o residuales con una significancia "**Menor**" sean cambios notables en las condiciones de referencia, más allá de lo que ocurriría naturalmente, pero no se espera que causen dificultades o degradación. Aunque no se considera significativo en términos de su efecto, los impactos potenciales de Significancia Menor reciben la atención de los responsables del Proyecto, y deben evitarse o mitigarse cuando sea posible.
Insignificante	Se espera que los impactos "**Insignificantes**" potenciales o residuales sean imperceptibles respecto a la línea base o dentro del nivel natural de variación en las escalas de tiempo del Proyecto. Estos impactos potenciales no requieren mitigación y no son una preocupación para el proceso de toma de decisiones.
Benéfico	Cambios que resultan en un efecto positivo, deseable o benéfico en un receptor.

Fuente: AECOM 2021

La matriz (**Tabla 5-6**) y las definiciones de significancia (**Tabla 5-7**) se utilizaron para evaluar los impactos potenciales del Proyecto. En la medida de lo posible, se emplearon los mismos criterios para identificar la significancia de los **impactos benéficos** (para observar los cambios positivos). Cuando esto no fue posible, el impacto benéfico se describió en términos cualitativos y, cuando correspondía, también se describieron las medidas para maximizar los beneficios.

5.2.4.2.4 Presentación de la evaluación del impacto

Conforme a lo descrito en la **Tabla 5-8**, para cada impacto identificado, se proporciona una matriz de evaluación de impactos que señala la magnitud del impacto, la sensibilidad/vulnerabilidad del receptor y la significancia del impacto. Los resultados de la evaluación del impacto potencial se incluyen en la **Sección 5.3,** y la matriz de evaluación de impacto final se presenta en el Anexo 8.2.11.

Tabla 5-8. Ejemplo de resumen de impacto

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud del impacto	Sensibilidad/ Vulnerabilidad de receptores	Significancia del impacto
			Tipo	Criterio			
Elemento identificado del ambiente humano o natural que interactuará, o será afectado, por el Proyecto.	Descripción del impacto: resumen de cada uno de los aspectos del Proyecto que pueden generar a un impacto.	Etapas del Proyecto asociadas con las actividades (como se describe en el **Capítulo 2**).	Naturaleza y tipo de impacto (Como se define en la **Sección 5.2.4.1**).	Criterios de la Magnitud del Impacto: Da un valor a cada parámetro de acuerdo con el criterio (Como se describe en la **Tabla 5-3**).	Calificación de la magnitud del impacto acorde a la puntuación total (como se define en la **Tabla 5-4**).	Calificación de la sensibilidad del impacto (con base en las definiciones proporcionadas en la **Tabla 5-5**).	Define la significancia del impacto, (utilizando la matriz provista en la **Tabla 5-6**).

Fuente: AECOM 2021

5.2.4.3 Impactos residuales

Cuando la significancia inicial (potencial) del impacto se clasificó como Menor, Moderada o Mayor, se identificaron medidas de mitigación adicionales para ayudar a reducir el impacto potencial hasta un nivel aceptable. Esto requiere una reevaluación de la significancia de los impactos considerando las medidas de mitigación propuestas, lo que se denomina significancia de "impacto residual" (por ejemplo, el impacto que permanece después de la implementación de las medidas de mitigación adicionales). En el **Capítulo 6** se presenta un resumen de los impactos residuales identificados para el Proyecto.

5.2.5 Criterios de evaluación y metodología para eventos no planeados

La metodología utilizada para identificar y evaluar los eventos no planeados está diseñada para ser flexible y aplicarse a todos y cada uno de los eventos no planeados identificados que tienen la posibilidad de ocurrir. Si bien los eventos planeados se evalúan suponiendo que ocurrirán durante el tiempo de vida de Proyecto, la evaluación de los eventos no planeados se centra en la prevención y la preparación de medidas de contingencia para responder en caso de que ocurran.

5.2.5.1 Lista de eventos no planeados

Los principales eventos no planeados que pueden ocurrir como resultado de este Proyecto incluyen:

- Colisión de embarcaciones/pérdida de embarcaciones o equipo;
- Colisiones con fauna marina;

- Colisión con otros vehículos terrestres;
- Colisiones con fauna terrestre;
- Descarga accidental de petróleo, químicos o residuos al mar de las embarcaciones del Proyecto, incluidos derrames menores (resultantes de la recarga de combustible, mantenimiento, etc.) y derrames mayores;
- Vertimiento accidental de hidrocarburos - Reventón del pozo;
- Venteo de gas hidrocarburo
- Descarga accidental de agua de lastre de mar.

5.2.5.2 Metodología de evaluación

La evaluación de eventos no planeados considera la **probabilidad** de que ocurra el evento y la **severidad** potencial de las consecuencias para el medio ambiente.

La probabilidad se evalúa de forma cualitativa considerando la posibilidad de que ocurra un evento (**Tabla 5-9**). El Proyecto tiene medidas de control integradas en su diseño para reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos no planeados, sin embargo, la evaluación supone que las posibilidades de ocurrencia de un evento no se pueden descartar por completo.

Cabe señalar que la evaluación de eventos no planeados para la MIA-R está diseñada para complementar la evaluación de riesgo ambiental, misma que se presenta al mismo tiempo que la MIA-R. Si bien, el ERA se limita a las "Actividades Altamente Riesgosas" aplicables (según lo define la LGEEPA), la evaluación contenida dentro de esta MIA-R es más amplia y abarca varios escenarios de eventos no planeados de diferentes alcances, desde pequeños derrames focalizados de diésel (por ejemplo, 5 L) hasta eventos importantes no planeados tales como el reventón del pozo.

Tabla 5-9. Categorías de probabilidad (P) para eventos no planeados

Probabilidad (P)	Definición
Extremadamente Improbable	Un evento no planeado que nunca ha ocurrido en proyectos del sector hidrocarburos, el cual no se espera que ocurra durante el ciclo de vida del Proyecto.
Improbable	Un evento no planeado que ha ocurrido en el pasado, pero no es probable que ocurra durante el ciclo de vida del Proyecto.
Posible	El evento no planeado que puede ocurrir en el Proyecto durante su ciclo de vida.
Probable	Es probable que el evento no planeado ocurra durante el ciclo de vida del Proyecto o actividad.

Fuente: AECOM 2021

La severidad del evento no planeado se determina de forma cualitativa mediante el uso de las categorías descritas en la **Tabla 5-10.**

Tabla 5-10. Categorías de nivel de severidad para eventos no planeados

Severidad	Definición
Insignificante	• Poco o ningún daño en el medio ambiente o en las personas • Impacto a corto plazo que es muy localizado y completamente reversible
Baja	• Algún daño al medio ambiente muy localizado • No hay receptores sensibles o vulnerables impactados • Rápida degradación de los materiales derramados • Rápida y completa recuperación de los materiales derramados
Media	• Daño ambiental medianamente localizado • Algunos receptores sensibles o vulnerables impactados • Lenta degradación de los materiales derramados • La recuperación de los receptores afectados es lenta, pero finalmente se recuperan
Alta	• Daño ambiental severo • Receptores sensibles o vulnerables impactados • Degradación lenta o nula de los materiales derramados • La recuperación de los receptores afectados es muy lenta, o no se recuperan en absoluto

Fuente: AECOM 2021

Una vez que se definen la probabilidad y la severidad, el siguiente paso es evaluar la **significancia** del impacto no planeado. Esto se deriva en función de la probabilidad y la gravedad del evento y se determina utilizando la matriz que se proporciona en la **Tabla 5-11** a continuación.

Tabla 5-11. Significancia potencial del impacto de un evento no planeado

		Severidad del impacto			
		Insignificante	**Baja**	**Media**	**Alta**
Probabilidad del impacto	**Extremadamente Improbable**	Insignificante	Insignificante	Menor	Moderada
	Improbable	Insignificante	Menor	Menor o Moderada*	Moderada o Mayor*
	Posible	Insignificante	Menor o Moderada*	Moderada	Mayor
	Probable	Insignificante o Menor*	Moderada	Mayor	Mayor

**Se utilizó la experiencia profesional para determinar la significancia del impacto. La evaluación de la significancia considerará una única categoría.*

Fuente: AECOM 2021

Para respaldar la evaluación de eventos no planeados presentados en este reporte, se realizaron las siguientes evaluaciones adicionales:

- **Evaluación de Riesgo Ambiental** – Solo considera las actividades definidas en la LGEEPA como “Altamente Riesgosas”.
- ***Registro de Riesgo Ambiental*** – Shell ha desarrollado un registro de riesgos para las actividades de exploración para ayudar a identificar los riesgos asociados con el Proyecto. Esto también permite clasificar los riesgos en orden de significancia.

5.3 Caracterización y evaluación de los impactos

Los impactos potenciales identificados en el programa de exploración incluyen aquellos relacionados con los aspectos del Proyecto, tal como se define en la **Tabla 5-2.** Estos incluyen aquellos impactos tales como sonido submarino, emisiones atmosféricas, descargas al mar y producción de residuos durante la campaña de perforación. Esta sección discute cada uno de estos aspectos con relación al impacto en los ambientes físico (abiótico), biológico (biótico) y, cuando sea relevante, en el socioeconómico. Todos los impactos potenciales se evaluaron utilizando la metodología presentada en la **Sección 5.2** de este capítulo. Los impactos residuales que persistirán después de la implementación de las medidas de mitigación se discuten en el **Capítulo 6**.

5.3.1 Contexto general

La **Sección 4.1** presenta la descripción del SAR definido para el Proyecto. La delimitación del SAR se definió considerando los programas relevantes de ordenamiento ecológico y las áreas de importancia ambiental, así como las condiciones fisiográficas de la zona donde se insertará el Proyecto, con las cuales éste podría interactuar. En este sentido, la delimitación del ambiente marino considera la inclusión total de 11 UGA marinas, dos ANP, tres SPM y un sitio Ramsar; y de la inclusión parcial de siete UGA marinas, una ANP, ocho RMP y diez SPM. Por su parte, en el ambiente terrestre, el SAR se delimitó con la inclusión total de una UGA regional y un sitio Ramsar; y la inclusión parcial de diez UGA regionales, cinco UAB, cinco AICAS, cuatro RHP, dos RTP, dos sitios Ramsar, así como las comunidades costeras definidas en el Área de Influencia de la EvIS. Las características más relevantes de estas áreas se describen en el **Capítulo 3**.

De acuerdo con la descripción del **Capítulo 4,** en la parte marina del SAR, están presentes especies de tortugas, aves y mamíferos marinos, pero únicamente de forma ocasional cuando transitan por el Área Contractual. Las áreas sensibles incluyen aguas costeras contiguas, áreas intersticiales, playas, dunas y humedales, las cuales pueden ser vulnerables a los cambios en la calidad del agua o sedimento. Dichas áreas están ubicadas dentro del SAR, pero no dentro del Área Contractual. Los OSV/FSV del Proyecto transitarán a través de éstas y los helicópteros sobrevolarán varias áreas sensibles al utilizar rutas de navegación y vuelo establecidas.

Como se mencionó en el **Capítulo 4**, existe un registro de octocorales dentro del Área Contractual. Sin embargo, las imágenes de vista de planta del Estudio de LBA del Área Contractual no mostraron presencia de corales de aguas profundas ni superficies con sedimentos consolidados.

Dentro de la región de los Montículos de Campeche se han registrado extensas emanaciones naturales de hidrocarburos, depósitos de asfalto y venteo de gas (metano), que incluyen estructuras con o sin comunidades quimiosintéticas asociadas. El Área Contractual se ubica en esta región, en donde se han observado emanaciones y se registraron concentraciones de HTP (C_9-C_{44}) e hidrocarburos saturados en el sedimento durante el Estudio de LBA.

5.3.2 Descripción de los impactos generados por las actividades planeadas

5.3.2.1 Actividades categorizadas como sin impacto

Ciertas actividades no fueron analizadas en la evaluación de impacto debido al potencial limitado de generar impactos ambientales y socioeconómicos discernibles en el SAR. La **Tabla 5-12** resume aquellos factores que fueron excluidos de la evaluación de impacto ambiental y que, por lo tanto, no requieren ninguna otra evaluación.

Tabla 5-12. Actividades categorizadas sin impacto

Impacto	Justificación para la exclusión de la evaluación
Sonido (medido en dB re 20µPa) generado por los buques con efecto en las comunidades costeras.	El sonido generado por los buques en tránsito (buque de perforación, OSV/FSV) será de baja frecuencia, localizado y de corta duración (60 - 90 días). Estos sonidos están dentro de los niveles de sonido antropogénico generado por otros buques que transitan el área. Así mismo, el Proyecto se ubica a más de 234 km del punto más cercano a la costa mexicana. Todos los sonidos generados en la ubicación del Proyecto serán locales y se disiparán antes de alcanzar las comunidades costeras. La zona cercana a la costa en cada puerto es un área altamente activa con movimiento diario de buques desde y hacia el puerto existente, por lo cual el movimiento adicional del buque por parte de este Proyecto será mínimo. Por lo tanto, no se espera que resulte en ningún impacto adicional a las comunidades costeras.
Sonido (medido en dB re 1µPa) atravesando la columna de agua asociado con las operaciones de helicópteros	El sonido del helicóptero será de corto plazo, temporal e intermitente ya que será utilizado únicamente para los cambios de tripulación (y de ser necesario, para búsqueda y rescate). El sonido de baja frecuencia producido por los helicópteros no transita efectivamente del aire al agua, por lo cual no se anticipan impactos significativos. Los procedimientos de operación existentes en los aeropuertos de Veracruz, Ciudad del Carmen y Tampico, así como otras regulaciones de aviación aplicables, serán implementados para asegurar que el tránsito del helicóptero sea a la altura apropiada sobre el nivel del mar. Adicionalmente, el Proyecto desarrollará e implementará un Plan de Logística (PL) para ayudar a prevenir, controlar y mitigar los impactos del sonido y luz generados por el uso del helicóptero en las áreas sensibles. El plan se alineará con las medidas existentes de mitigación implementadas por los aeropuertos de Veracruz, Ciudad del Carmen y Tampico.
Presencia del ROV y luz y sonido asociados	Se obtendrá una imagen del lecho marino mediante un estudio previo y un estudio posterior a la perforación, utilizando un ROV. El ROV se aproximará al lecho marino y se moverá sobre un área cuadriculada para verificar que no haya riesgos potenciales o áreas sensibles en la superficie del lecho marino donde se planea perforar el pozo. El ROV está equipado con luces direccionales que iluminan algunos metros del lecho marino frente a él. Está operación se realizará durante algunas horas. La misma actividad se llevará a cabo en la etapa de taponamiento de cada pozo. La luz proveniente del ROV es temporal y solo se extiende unos pocos metros frente al vehículo. El sonido submarino generado por los propulsores del ROV es insignificante y de corta duración. Si el ROV se mueve muy cerca al lecho marino, sus propulsores pueden, de manera local, mover la capa superficial de sedimento, pero sus partículas se precipitarán de nuevo rápidamente. El ROV no descargará ninguna sustancia al agua, por lo que no se espera que cause algún impacto a los indicadores de impacto abióticos (lecho marino, calidad del agua) o bióticos del área.
Perturbación del lecho marino causado por la colocación del transpondedor acústico y sonido asociado	Una vez que el buque de perforación se encuentre en la ubicación donde se llevará a cabo la perforación, se instalarán una serie de transpondedores acústicos en el lecho marino alrededor del sitio de perforación. Esto es un sistema de referencia para posicionar el buque mediante los sistemas de ubicación satelital. Los transpondedores (normalmente de 5” de diámetro y 3 ft de longitud) serán colocados de manera temporal en el lecho marino, cubriendo una fracción del Área Contractual. Esto causará únicamente una perturbación temporal y menor en la comunidad bentónica, por lo que no se considera un impacto significativo. Estos transpondedores generalmente emiten una señal de 30 kHz de 188 a 192 dB, el cual está dentro del rango potencial de audición de las especies. Sin embargo, debido a que la intensidad de la señal se atenúa relativamente rápido (aproximadamente a 50 m) a menos de 160 dB re µPa, el sonido emitido por los transpondedores acústicos se encuentra por debajo del intervalo al cual se sabe puede ser dañino para ciertas especies (por ejemplo, delfines).

Impacto	Justificación para la exclusión de la evaluación
Impacto visual a las comunidades costeras por la presencia de buques	La altura de la torre de perforación del buque de perforación limita la distancia a la cual el Proyecto puede ser visto por los observadores a nivel del mar. Asumiendo que la parte más alta de la torre está aproximadamente a 100 m sobre el nivel del mar, teóricamente será visible en un radio de hasta 37 km, y no será visible desde la costa más cercana, a más de 234 km de distancia. Por lo tanto, no se considera un impacto visual a las comunidades costeras. Por otro lado, los OSV/FSV del Proyecto que estarán entrando y saliendo de los puertos, no contribuirán con un incremento significativo en la densidad actual de embarcaciones que generalmente se observan en el área (máximo 4 viajes por semana).
Daño o perturbación a naufragios u otro tipo de arqueología submarina	Las tasas de deposición de sedimentos en aguas profundas se encuentran en el orden de centímetros por miles de años, lo que deja a los objetos de patrimonio cultural expuestos en o arriba de la superficie del sedimento, donde pueden ser observados con el ROV o con una cámara de aguas profundas. No obstante, no se observó ningún objeto de patrimonio cultural durante el Estudio de LBA y los registros públicos no indican la presencia de naufragios en el Área Contractual donde se llevarán a cabo las actividades de perforación. La presencia de objetos de patrimonio cultural debe ser detectada durante el análisis de las imágenes de pre-perforación del lecho marino/estudio de preparación del sitio. De detectarse objetos, serán reportados y evitados, por lo que no se esperan impactos. Cabe mencionar que Shell cuenta con un procedimiento para este propósito.
Afectación al Turismo	Debido a la ubicación del Área Contractual, no se espera que se desarrollen actividades turísticas en aguas profundas del Golfo de México. De igual manera, durante el Estudio de LBA no se registraron embarcaciones ni actividades turísticas dentro del Área Contractual, por lo tanto, no se esperan impactos.
Afectación a la Infraestructura Pública y Submarina	Las tasas de deposición de sedimentos en aguas profundas se encuentran en el orden de centímetros por miles de años, por lo que la infraestructura existente podría observarse con el ROV o con una cámara de aguas profundas. Sin embrago, no se ha reportado ningún tipo de infraestructura presente dentro del Área Contractual. Así mismo, durante el Estudio de LBA no se observó ningún tipo de infraestructura (pozos, tuberías, etc.) que pudiera ser afectada por las actividades del Proyecto. En caso de que alguna estructura sea detectada durante las actividades de perforación y exploración, se reportará inmediatamente con las autoridades correspondientes y se evitará realizar actividades cerca de la misma para no dañarla. Por lo tanto, no se esperan impactos.
Uso de recursos (alimentos, combustible, agua)	Dada la corta duración del programa de perforación, la escala prevista sobre el consumo de recursos (por ejemplo, combustible, productos alimenticios, agua) y servicios utilizados, es considerada insignificante en relación con el suministro total de estos bienes y servicios en los puertos de suministro, por lo que no causará un impacto notable en otros usuarios. En general, no habrá un impacto en la disponibilidad de los recursos por las actividades del Proyecto.
Impactos por disposición de residuos en la costa	Como se mencionó en el **Capítulo 2**, el impacto asociado al tratamiento de residuos en tierra queda fuera del alcance de esta MIA-R, ya que las compañías habrán pasado por su propia evaluación de impacto y, por lo tanto, no se incluye en esta evaluación de impacto. El almacenamiento costa afuera, así como la transportación de los residuos sí está incluido. Los residuos generados durante el Proyecto serán gestionados de acuerdo con las especificaciones de los PMR y solo las compañías de gestión de residuos con licencia y que cumplan con todas las regulaciones pertinentes serán seleccionadas por el Proyecto, siguiendo un proceso de auditoría del contratista/instalaciones para gestión de residuos.
Impactos por descarga de agua de lastre al mar	Para mantener el ajuste operacional del buque de perforación, se bombea agua de mar entre los tanques de lastre según sea necesario. El buque de perforación tendrá tanques de lastre específicos que no se utilizarán para almacenar otros líquidos, por lo que el agua que contienen no puede contaminarse con aceite u otros productos químicos. El buque

Impacto	Justificación para la exclusión de la evaluación
	de perforación no agregará biocida a los tanques de lastre, ya que los tanques están cubiertos con pintura antiincrustante. El agua de lastre del buque de perforación puede permanecer almacenada por meses e incluso años, antes de ser descargada al mar, por lo que no ocurrirá una descarga diaria y probablemente no ocurra una descarga durante la vida útil del Proyecto.

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.2 Impactos a la atmósfera (emisiones generales a la atmósfera y emisiones de GEI)

Las principales fuentes de emisiones a la atmósfera asociadas con el Proyecto se detallan en la **Tabla 5-13.**

Tabla 5-13. Principales fuentes de emisiones atmosféricas del Proyecto

Fuente de emisión	Etapa relevante del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	**Operación**	**Taponamiento y desmovilización**
Emisiones atmosféricas por movilización y desmovilización del buque de perforación	X		X
Emisiones atmosféricas por actividades operativas del buque de perforación (incluyendo perforación)		X	
Emisiones atmosféricas por el movimiento de los buques de suministros y los recorridos del helicóptero	X	X	X
Emisiones atmosféricas de los recorridos de transporte terrestre, incluidas las generadas por los camiones que transportarán los recortes a la instalación de manejo de residuos autorizada	X	X	X

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.2.1 Emisiones generales a la atmósfera

Las emisiones más altas estarán asociadas a los motores de las embarcaciones (incluyendo los propulsores de PD del buque de perforación), los escapes de generación de energía del buque de perforación, los OSV, el FSV, el helicóptero y las actividades de perforación del pozo. Las pruebas de pozo no están incluidas en esta MIA-R.

Las emisiones atmosféricas de estas fuentes incluyen CO, NO_x, SO_x, COV, PM y GEI tales como dióxido de CO_2 y CH_4. Los COV están principalmente asociados con fugas de válvulas, bridas y tanques/buques que contienen hidrocarburos ligeros, los cuales deben ser pocos durante las actividades de perforación.

El **Capítulo 2** muestra las emisiones estimadas asociadas con el Proyecto durante la ejecución de las actividades. Aunque se generarán emisiones durante la movilización/desmovilización del buque de perforación al sitio y desde el sito, las emisiones más altas están asociadas con la generación de energía del buque de perforación durante las actividades de perforación y, las emisiones más bajas están asociadas con los viajes del helicóptero.

La sensibilidad de la calidad del aire en el Área Contractual (234 km de distancia a la costa), y en el SAR en general, se considera insignificante. De manera general, los efectos de las actividades del Proyecto en la calidad del aire relacionados con la movilización/desmovilización y, durante la etapa de operación, generados por el sistema DP del buque de perforación y la generación de energía, serán locales, a corto plazo y temporales, por lo que la significancia se evaluó como **insignificante**.

La liberación de contaminantes gaseosos potenciales a la atmósfera, debido a las actividades del Proyecto, puede generar una reducción en la calidad del aire a corto plazo. Las emisiones se liberarán en el sitio de perforación y a través de las rutas utilizadas por los OSV, el FSV y el helicóptero, entre el sitio del pozo y las instalaciones portuarias y aeroportuarias. Se espera que dichas emisiones se dispersen rápidamente dadas las condiciones favorables existentes de dispersión aérea costa afuera. La liberación de contaminantes a la atmósfera generados por la combustión de los vehículos que trasladarán los recortes en tierra puede generar una disminución en la calidad del aire. Las emisiones se liberarán a lo largo de la ruta en tierra desde la costa hasta las instalaciones de manejo de recortes autorizadas. Con base en la ubicación de las instalaciones, se espera que las emisiones se dispersen rápidamente, aunque existen comunidades a lo largo de la ruta por donde transitarán los camiones que también podrían verse afectadas.

Tanto los humanos como la flora y la fauna son considerados sensibles a las emisiones atmosféricas, pero no se espera que estén presentes de forma permanente en el Área Contractual y, por lo tanto, la sensibilidad se considera como baja. Adicionalmente, debido a las dispersas y relativamente bajas emisiones de los vehículos terrestres, los receptores potenciales (hábitats sensibles y la fauna terrestre) no experimentarán una reducción perceptible en la calidad del aire dentro del SAR. La significancia del impacto en la calidad del aire terrestre se evaluó como **menor**.

5.3.2.2.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El **Capítulo 2** presenta un estimado de las emisiones de GEI que se generen durante el programa de perforación con base en las cantidades estimadas de generación de CO_2 y CH_4 por el motor de combustión de diésel del buque de perforación, los OSV, el FSV y el helicóptero y el transporte terrestre de los residuos y SPS. Las emisiones estimadas de GEI asociadas a la perforación de cada pozo se calcularon en 25,533 tCO_2e. Los cálculos están basados en los factores de emisiones definidos por la US E&P Forum 1994/1995. La significancia general del impacto potencial está definida como **Moderada**.

5.3.2.2.3 Resumen de la evaluación de impacto

La **Tabla 5-14** resume la evaluación de los impactos con relación a las emisiones atmosféricas. Se incluyen detalles de la magnitud de los impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia de cada impacto. Debido a las actividades relacionadas con el Proyecto, no se prevén cambios perceptibles en las concentraciones de contaminantes o excedencias de los estándares de calidad del aire a largo plazo que podrían afectar a la salud humana. Por lo anterior, el impacto por emisiones atmosféricas se considera de **Insignificante** a **Moderado**.

Tabla 5-14. Evaluación de Impacto: Emisiones generales a la atmósfera y emisiones de GEI

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Aire costa afuera: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual	Alteración de la calidad del aire por emisiones generadas por la movilización/ desmovilización del buque de perforación	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente /intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local a Regional (2); Intensidad Moderada (2)	BAJA (9)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Aire costa afuera: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual	Alteración de la calidad del aire por emisiones generadas del sistema DP del buque de perforación y la generación de energía, durante las operaciones y la perforación	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente /intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local a Regional (2); Intensidad Alta (3)	MEDIA (10)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Aire costa afuera y vía terrestre: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual pero sí a menos de 1 km de las instalaciones del puerto y en la ruta del helicóptero.	Alteración de la calidad del aire, por las emisiones de los OSV/FSV y helicóptero tanto costa afuera como por vía terrestre	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente /intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local a Regional (2); Intensidad Moderada (2)	BAJA (9)	BAJA (2)	MENOR

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Aire terrestre: Los receptores humanos están presentes a 1 km de las instalaciones del puerto, se estima que estos, al igual que los receptores faunísticos, estarán presentes de forma permanente en la ruta de los vehículos de transporte.	Alteración de la calidad del aire, por las emisiones de tráfico terrestre, incluidas las generadas por los camiones que transportarán los recortes a la instalación de manejo de residuos autorizada	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente /intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local a Regional (2); Intensidad Moderada (2)	BAJA (9)	BAJA (2)	MENOR
Atmósfera: La atmósfera tiene un nivel de sensibilidad medio, aunque tiene cierta capacidad de resistencia para absorber los cambios; es susceptible a los relacionados con las emisiones de GEI	Alteración de la calidad del aire por emisiones de GEI	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente /intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	BAJA (7)	MEDIA (2)	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.3 Introducción de luz artificial

La iluminación del buque de perforación y otros buques para la navegación y seguridad puede causar respuestas de comportamiento en las que la fauna marina (por ejemplo, peces, mamíferos y tortugas marinas) puede alterar sus conductas de forrajeo y reproducción. La **Sección 4.2.1.3** del **Capítulo 4**, proporciona un panorama general de las condiciones de línea base actual en términos de luz artificial dentro del SAR.

No se espera que haya impactos significativos en las tortugas, ya que no se ubican permanentemente en el área del Proyecto y no hay información que especifique la presencia de corredores migratorios para tortugas hacia y desde los sitios de anidación. Los mamíferos marinos y peces presentan mayor movilidad y, por lo tanto, mayor capacidad de desplazamiento, lo que permite que eviten las perturbaciones de ser necesario. Sin embargo, algunos estudios indican que las plataformas pueden proveer un entorno de alimentación mejorado para larvas, peces juveniles y adultos al proveer suficiente luz para ubicar y atrapar presas, así como al atraer y concentrar presas fototáxicas (Keenan *et al.* 2007). A su vez, la mayor densidad de peces puede aumentar la alimentación de los mamíferos marinos.

Es posible que las aves marinas y migratorias que vuelen cerca del buque de perforación se puedan desorientar. Por ejemplo, las aves migratorias nocturnas pueden ser atraídas por las luces de la plataforma, donde parecieran quedar atrapadas dentro del cono de luz alrededor de la plataforma (Russell 2005). Las circulaciones ponen a las aves en riesgo de colisión con la plataforma o contra ellas mismas, además de resultar en un gasto ineficiente de energía.

Las principales fuentes de emisión de luz asociadas al Proyecto se describen en la **Tabla 5-15**. No habrá vuelos del helicóptero en la noche a excepción de situaciones de emergencia.

Tabla 5-15. Principales fuentes de emisión de luz del Proyecto

Fuente de emisión	Etapa del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	**Operación**	**Taponamiento y desmovilización**
Emisiones de luz por iluminación 24/7 del buque de perforación	X	X	X
Luz submarina asociada con los estudios del lecho marino y las actividades de instalación (excluidas como se menciona en la **Tabla 5-12**)	X	X	X
Emisiones de luz asociadas a los OSV y el FSV	X	X	X
Emisiones de luz por movimientos del helicóptero	X	X	X

Fuente: AECOM 2021

El nivel de iluminación requerido será acorde con las actividades que se realicen y cumplirá con las regulaciones de seguridad marítima (ver **Capítulo 3**) y con las medidas de iluminación apropiadas presentadas en el **Capítulo 6**.

5.3.2.3.1 Resumen de la evaluación de impacto

La **Tabla 5-16** muestra un resumen de los hallazgos de la evaluación de impactos. La magnitud del impacto se clasificó de insignificante a baja, para las diferentes actividades del Proyecto.

La sensibilidad del receptor para peces, tortugas y mamíferos marinos se determinó como Baja, no se espera que estos grupos se ubiquen permanentemente en las áreas donde las fuentes de luz puedan ocurrir. Además, las fuentes lumínicas asociadas con los OSV, el FSV y el helicóptero son móviles y cambiarán de ubicación. En general, la significancia del impacto para la fauna marina se identificó de **Insignificante** a **Menor**, ya que no se espera una afectación significativa en su comportamiento por la emisión de luz en el buque de perforación.

Por lo tanto, la significancia general del impacto potencial en aves y fauna marina se ha identificado de **Insignificante** a **Menor**.

Tabla 5-16. Evaluación de Impacto: introducción de luz artificial

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Aves marinas, aves migratorias, peces, mamíferos y tortugas marinas que transitan en el área	Alteración en el comportamiento de aves y fauna marina, por las emisiones de luz resultantes de la iluminación 24/7 del buque de perforación y el movimiento de los OSV/FSV	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Ocurre frecuentemente (3); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	BAJA (8)	BAJA (2)	MENOR

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Aves y fauna marina (peces, mamíferos y tortugas marinas) que transitan en el área	Alteración en el comportamiento de aves y fauna marina, por las emisiones de luz asociadas con el movimiento del helicóptero	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente/ intermitente (2); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	INSIGNIFICANTE (6)	BAJA (2)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.4 Emisiones de sonido del Proyecto

Entre las principales emisiones de sonido asociadas al Proyecto se encuentran las generadas por el helicóptero, así como por las operaciones generales del buque de perforación, el PSV, y las asociadas con los OSV y el FSV (**Tabla 5-17**). Debido a la naturaleza de los sonidos submarinos, es importante discutir los impactos potenciales para cada receptor clave que haya sido identificado dentro del SAR y que pueda ser afectado de alguna manera por el sonido submarino generado por el Proyecto.

Los estudios genéricos disponibles se han realizado utilizando niveles de sonido combinados y no ponderados de la operación típica del buque de perforación, incluyendo los propulsores DP y la perforación, resultando en un nivel de sonido general de 191 dBL re 1 µPa a 1 m (Erbe *et al.* 2013). El sonido submarino asociado con los propulsores DP, la perforación y PSV, también fue evaluado y discutido.

Los estudios disponibles sobre los niveles de sonido submarino (Erbe *et al.* 2013) indican la extensión de la propagación del sonido submarino generado por el buque de perforación , las actividades de perforación y el PSV que se desarrollan dentro del SAR. Estos se comparan con el umbral del criterio de sonido para mamíferos marinos, tortugas y peces, para determinar la distancia desde la fuente de sonido a la cual se pueden presentar impactos en los receptores marinos. Para peces y tortugas, los criterios del umbral son proporcionados por la Guía de Estándares de Acreditación del Comité ANSI-2014 (Popper *et al.* 2014). La Guía Técnica para Evaluar los Efectos del Sonido Antropogénico del Servicio Nacional de Pesca Marina (NMFS 2018), también conocidos como criterios de la NOAA, fue utilizada para los mamíferos marinos.

Tabla 5-17. Fuentes principales de sonido del Proyecto

Fuente de emisión	Etapa del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Sonido submarino asociado a las actividades de movilización y desmovilización del buque de perforación (movimiento de la embarcación y uso de propulsores DP)	X		X
Sonido submarino asociado a las operaciones generales del buque de perforación (uso de propulsores DP) y actividades de perforación		X	
Sonido submarino asociado al PSV (fuente de sonido acústico)		X	
Sonido submarino asociado con los OSV y el FSV	X	X	X

Fuente de emisión	Etapa del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Sonido asociado a los traslados del helicóptero		X	

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.4.1 Mamíferos marinos

Las ballenas y delfines son los únicos mamíferos marinos que posiblemente transiten por el Área Contractual y dentro del SAR. Con base en su frecuencia auditiva los cetáceos se clasificados en baja, media y alta frecuencia funcional de audición (Southall *et al.* 2007).

La **Tabla 5-18** muestra un resumen de los cetáceos, categorizados por su grupo de audición funcional (Southall *et al.* 2007) que podrían transitar por el Área Contractual, de acuerdo con su distribución conocida y preferencia por aguas profundas y condiciones de hábitat.

Tabla 5-18. Especies de cetáceos con mayor probabilidad de transitar por el Área Contractual

Ancho de banda auditiva estimado	Especies que pueden estar presentes en el área del Proyecto
Cetáceos de baja frecuencia	
7 Hz a 35 kHz	*Balaenoptera edeni* - Rorcual de Bryde
Cetáceos de media frecuencia	
150 Hz a 160 kHz	*Physeter macrocephalus* - Cachalote
	Mesoplodon densirostris - Zifio de Blainville *Stenella attenuata* – Delfín manchado tropical *Stenella clymene* – Delfín Clymene *Stenella coeruleoalba* – Delfín listado
	Stenella frontalis – Estenela moteada del Atlántico
	Mesoplodon europaeus – Zifio de Gervais
	Stenella longirostris – Delfín tornillo
	Peponocephala electra – Calderón pigmeo
	Feresa attenuata – Orca pigmea
	Ziphius cavirostris – Zifio de Cuvier
	Tursiops truncatus – Delfín nariz de botella

Fuente: Southall et al. 2007

Los mamíferos marinos tienen generalmente una alta sensibilidad a la presión del sonido (bajos umbrales de detección), y pueden escuchar a lo largo de un amplio intervalo de ancho de bandas. El sonido antropogénico puede tener diferentes niveles de afectación en los receptores marinos, desde lesiones hasta comportamientos de respuesta menores. Los impactos potenciales en mamíferos marinos, y otros receptores marinos, asociados al sonido submarino, generalmente se dividen en las siguientes categorías:

- Lesión física tal como daño gastrointestinal o a los pulmones por explosiones submarinas es rara vez observada;
- Impactos auditivos - como consecuencia del daño al oído interno de los mamíferos marinos, el sistema de órganos más sensible a la exposición al sonido y, por lo tanto, el más susceptible al daño derivado por el mismo (Southall *et al*. 2007). La pérdida de audición o un cambio en los umbrales de audición puede ser permanente o temporal:
    - *Cambio del Umbral Permanente (PTS, por sus siglas en inglés*) es una elevación permanente en el umbral de audición (por ejemplo, una reducción irrecuperable en la sensibilidad auditiva). El PTS

puede ocurrir por varias causas, pero es más común debido al resultado de una exposición muy intensa y/o repetitiva al sonido de alta o moderada intensidad; y
- *Cambio del Umbral Temporal* (*TTS, por sus siglas en inglés*) es una elevación en el umbral de audición (por ejemplo, la reducción no permanente de la sensibilidad auditiva), principalmente como resultado a la exposición del sonido.

- Comportamientos de respuesta – son altamente variables y específicos al contexto, abarcando desde un aumento en el estado de alerta, alteración del comportamiento vocal, interrupción de la alimentación o interacción social, alteración del movimiento o comportamiento de buceo, taponamiento temporal o permanente del hábitat y, en casos severos, pánico, fuga, estampida o varada, a veces con lesiones indirectas o la muerte. Los comportamientos de respuesta menores o temporales a veces solo son una evidencia de que el animal ha escuchado el sonido; y
- Enmascaramiento – los sonidos submarinos antropogénicos pueden reducir la audición parcial o total de señales tales como aquellas usadas para la comunicación y detección de presas.

No existe evidencia en la literatura que sugiera que el daño físico en cetáceos pueda ser causado como resultado de cualquier emisión de sonido submarino para cualquier actividad de perforación del buque de perforación. Sin embargo, otros impactos, tales como cambios en el comportamiento de respuesta pueden ser posibles dependiendo de factores tales como si el sonido es audible sobre los niveles de sonido normales en una ubicación específica, el tipo de nivel del impacto generado durante las actividades del Proyecto, la duración de la actividad, la distancia a la que se encuentre el mamífero marino receptor de la fuente de sonido y la actividad que se encuentra realizando el receptor marino al momento de escuchar el sonido.

Los comportamientos reactivos a la exposición acústica generalmente son más variables, dependientes del contexto y menos predecibles que los efectos de la exposición al sonido en la audición y fisiología. Por ejemplo, los animales que detectan un tipo de señal pueden simplemente orientarse para escucharlo, mientras que pueden sentir pánico y huir durante muchas horas al escuchar un sonido diferente, posiblemente incluso uno más silencioso, pero con un significado particular para el animal (Southall *et al*. 2007).

Las respuestas de comportamiento que se observan en cetáceos pueden variar significativamente dependiendo de la actividad que esté llevando a cabo el animal, su motivación a permanecer o retirarse y de su etapa de ciclo de vida. Por ejemplo, la habilidad de realizar movimientos de evasión puede estar limitada por la presencia de crías o puede haber grupos de animales fuertemente vinculados a ciertas áreas para la reproducción o la alimentación. Estos grupos de animales pueden ser más vulnerables a los impactos de sonido. Por lo tanto, utilizar solo valores de umbrales como medias para determinar la respuesta conductual, sin considerar el contexto biológico, no predecirá de manera confiable el tipo y la severidad de la respuesta de los animales sujetos a perturbaciones del sonido submarino. De esta manera, actualmente no existen umbrales de conducta aceptados para mamíferos marinos.

Los valores de los criterios de umbrales de PTS utilizados en esta evaluación se presentan en la **Tabla 5-19**.

Tabla 5-19. Criterios de sonido submarino aplicables para cetáceos

Grupo auditivo	PTS inicio (Nivel A Hostigamiento)		TTS inicio (Nivel B Hostigamiento)	
	Impulsivo	**No-impulsivo**	**Impulsivo**	**No-impulsivo**
Cetáceos de baja frecuencia	219 dB_{pico} 183 dB(M_{lf}) SEL_c	199 dB(M_{lf}) SEL_c	213 dB_{pico} 168 dB(M_{lf}) SEL_c	179 dB(M_{lf}) SEL_c
Cetáceos de media frecuencia	230 dB_{pico} 185 dB(M_{mf}) SEL_c	198 dB(M_{mf}) SEL_c	224 dB_{pico} 170 dB(M_{mf}) SEL_c	178 dB(M_{mf}) SEL_c

Notas:
(1) Debido a que no hay especies de cetáceos o pinnípedos de alta frecuencia en el sur del Golfo de México, no fueron incluidos en esta tabla.
(2) Todos los niveles se expresan en dB_{pico} re 1µPa (dB_{pico}) lineal o M-ponderada dB re 1 µPa2s (SEL_c) aplicables a la ubicación del receptor.
(3) El sonido se evaluará con base en cualquiera que sea el criterio que se exceda primero.

Fuente: NOAA 2018a

Estudios de fuentes de sonido submarino y propagación han determinado las distancias a las cuales los sonidos se encontrarían en valores que podrían derivar en impactos potenciales para diversas actividades del Proyecto. Estas incluyen la operación del buque de perforación, la operación de los propulsores DP y el sonido asociado a las operaciones de perforación. De esta manera, la magnitud del impacto potencial en mamíferos marinos es considerada de insignificante a baja. Para un receptor de sensibilidad media, la significancia de este impacto se considera de **Insignificante** a **Menor**.

El sonido submarino asociado al PSV se evalúa y analiza a profundidad en la **Sección 5.3.2.5.**

5.3.2.4.2 Tortugas

Los estudios actuales que determinan las habilidades de audición de las tortugas, su uso del sonido y la vulnerabilidad a la exposición de este, son limitados. Estudios electrofísicos han determinado que las tortugas marinas son más sensibles a sonidos de bajo tono (Finneran y Jenkins 2012). La aplicabilidad de un límite para el inicio de la lesión no es clara y Popper *et al.* (2014) no proveen ningún umbral sonoro cuantitativo para tortugas. Sin embargo, el riesgo de lesión relativo se presenta para tres distancias de la fuente definidas como cerca, intermedia o lejos. El riesgo de lesión es considerado como Bajo, incluso cuando los animales están cerca de las fuentes de sonido como la perforación.

Existe evidencia de respuesta de comportamiento de las tortugas ante el sonido submarino. Con base en los criterios de sonido utilizados para tortugas por Finneran y Jenkins (2012), 175 dB_{rms} para respuestas conductuales, los niveles de sonido para las operaciones del buque de perforación y las fuentes de sonido continúo incluyendo las embarcaciones y las actividades de perforación, se espera que el nivel se encuentre por arriba del umbral de la conducta evasiva hasta un máximo de 40 m de la fuente de sonido. Por ejemplo, estudios sobre tortugas en cautiverio (verde y caguama) registraron comportamientos reactivos, un incremento notable en el comportamiento de nado a niveles de presión sonora de 166 dB re: 1 µPa. Se observó que las reacciones incrementaron erráticamente más allá de 175 dB re: 1 µPa y podrían resultar en un comportamiento de evasión (McCauley *et al.* 2000). Por lo tanto, el umbral de comportamiento del nivel de presión sonora (SPL, por sus siglas en inglés) 175 dBrms, recomendado por Finneran y Jenkins (2012), ha sido adoptado para las tortugas (**Tabla 5-20**). Por consiguiente, los impactos potenciales del sonido están limitados a una pequeña área.

Tabla 5-20. Rango de distancia para el inicio de los efectos en las tortugas durante las operaciones del buque de perforación

Receptor	Efecto	Valor del umbral	Alcance de los efectos
Todas las especies de tortugas	Conducta evasiva	175 dB re 1µPa rms	40 m

Fuente: Finneran y Jenkins 2012

Las tortugas se encuentran en áreas costa afuera del Golfo de México, principalmente cuando transitan hacia y desde sus sitios de reproducción y anidación en las áreas costeras. Por lo tanto, se espera que su presencia en el Área Contractual y en el SAR sea limitada y temporal.

No se espera que el sonido submarino generado por las actividades del Proyecto resulte en daños a las tortugas. Puede presentarse un disturbio mínimo en la conducta dentro de un área localizada (dentro de algunas decenas de metros) y, por lo tanto, el impacto es de baja intensidad. De esta manera, la magnitud del impacto potencial en tortugas marinas es considerada como Insignificante. Para un receptor de sensibilidad Media, la significancia de este impacto se considera de **Insignificante** a **Menor**.

5.3.2.4.3 Peces

El sonido juega un papel fundamental en la vida de los peces al ser importante para la comunicación, localización de presas y evasión de depredadores (Fay y Popper 2000). Estudios recientes también han demostrado que los sonidos particulares de diferentes hábitats son importantes para el asentamiento de larvas y peces juveniles (Popper y Hastings 2009).

El impacto del sonido en peces, en gran medida, es determinado por la fisiología del pez, particularmente por la presencia/ausencia de la vejiga natatoria y el potencial de esta para mejorar la sensibilidad y el rango de audición (Popper *et al.* 2014). Los sonidos submarinos se detectan a través de la vibración del gas de la vejiga natatoria, la cual está conectada al oído. De esta manera, la vejiga natatoria permite a los peces detectar sonidos con mayor sensibilidad auditiva en especies donde el oído y la vejiga natatoria están más estrechamente conectados.

Existen algunas especies de peces de particular interés para la conservación dentro del Área Contractual. Éstas incluyen algunos elasmobranquios, tiburones y rayas, que presentan un estatus, de acuerdo con la IUCN (2020), como vulnerable o más alta. Los elasmobranquios no tienen vejiga natatoria y, por lo tanto, presentan una sensibilidad auditiva baja. También existen algunas especies pelágicas o de aguas profundas de interés para la conservación, tales como el pez conejo de ojos grandes (*Hydrolagus mirabilis*) y el atún aleta amarilla y azul (*Thunnus albacares* y *T. thynnus*, respectivamente). Estas especies tienen vejiga natatoria, aunque no la utilizan para la audición, por lo que presentan una sensibilidad auditiva moderada (Popper *et al.* 2014). Se cree que el atún es capaz de detectar el sonido cuando las frecuencias son menores a 1,100 Hz. Los estudios de atún aleta amarilla indican que los intervalos de audición varían de 50 Hz a 1,100 Hz con mayor sensibilidad observada a frecuencias de 200 Hz a 500 Hz, que son mucho más bajas que las frecuencias de los sonidos del Proyecto (Southwood *et al.* 2008).

Debido a que la información sobre las capacidades auditivas existe solo para tal vez 100 de 29,000 o más especies de peces existentes (Popper *et al.* 2003), cualquier extrapolación de las capacidades auditivas entre las diferentes especies, y especialmente aquellas que son taxonómicamente distintas, se debe hacer con suma precaución (ICF Jones y Stokes 2009).

No se espera que las actividades de perforación del buque de perforación resulten en ningún tipo de lesión o impedimento temporal de audición, en ninguna de las especies protegidas en el Área Contractual o dentro del SAR, ya que son peces de sensibilidad baja o media.

Sin embargo, los peces pueden demostrar cambios de comportamiento como respuesta al sonido de las actividades de perforación del buque de perforación. Se espera que estos cambios de comportamiento sean menores y temporales, como un cambio en la dirección de nado para evitar la zona de sonido elevado, afectando a un número limitado de peces en una pequeña área localizada.

El sonido submarino de las operaciones del buque de perforación es temporal, con niveles de sonido submarino que regresan a su estado inicial después de las operaciones. Las operaciones del buque de perforación ocurren solo una vez (en cada ubicación) y es de duración media (semanas a meses). Se espera que los impactos principales sean de baja intensidad, limitados a un bajo nivel de cambios de comportamiento en un área de extensión limitada alrededor del buque. Por lo tanto, el sonido generado durante las operaciones del buque de perforación se clasifica de magnitud Insignificante con respecto a los impactos potenciales en peces.

Existen especies de peces de importancia internacional en el Área Contractual y dentro del SAR, pero no están presentes durante los periodos de alta sensibilidad (como el periodo de desove) y son, en su mayoría, especies altamente móviles que pueden alejarse. También existen especies comerciales que son particularmente sensibles al sonido submarino. Por lo tanto, como grupo, los peces son considerados como receptores de sensibilidad media y la significancia del impacto del sonido producido de la actividad de perforación del buque es considerada de **Insignificante** a **Menor**.

5.3.2.4.4 Impactos potenciales del buque de perforación, los propulsores DP y las actividades de perforación

La mayoría del sonido generado por el buque de perforación y las operaciones de perforación se consideran continuos (no-impulsivos) y de baja frecuencia. Los estudios de propagación del sonido submarino realizados para proyectos similares (MacDonnell *et al.* 2016, Erbe *et al.* 2013) utilizan un estimado del nivel de la fuente sonora (SSL, por sus siglas en inglés) de 191 dB re 1 µPa a 1 m SPL, el cual es aplicable es este Proyecto. El umbral en Niveles Acumulativos de Exposición Sonora (SELcum) no ponderado para el sonido combinado del buque, los propulsores DP y las actividades de perforación, de 239 dB re 1 $\mu Pa^2.s^3$, fue derivado del valor de SPL utilizando factores estándar de conversión.

Los resultados de estudios de propagación del sonido en proyectos previos similares en el Golfo de México predijeron que los niveles de sonido asociados con el buque de perforación y la perforación estarán por debajo del umbral SEL, asociados con el PTS, a una distancia aproximada de 180 m de la fuente para mamíferos de baja frecuencia y <10 m para mamíferos de media frecuencia. Se espera que los mamíferos eviten el área y que la probabilidad de que un mamífero se encuentre dentro del radio de 180 m de la zona de impacto sea baja. De esta manera, se estima que el sonido generado por el buque de perforación y las operaciones de perforación no sea un impacto para los mamíferos marinos.

La duración para las actividades del buque de perforación y de perforación está considerada como media (60 – 90 días), ya que las emisiones de sonido se detendrán y los niveles de sonido submarino en el área regresarán a condiciones normales después de que se complete la perforación. Se espera que los mamíferos marinos transiten en el área por periodos de tiempo limitado y no se espera que estén en una etapa particular del ciclo de vida que pueda restringir su habilidad para moverse fácilmente lejos de la ubicación del Proyecto. Se espera que la fuente de sonido no provoque lesiones o pérdida temporal de audición a los cetáceos. Por lo tanto, la magnitud de los impactos con lesiones es Insignificante. La conservación de los cetáceos es de importancia internacional (Lista Roja de la IUCN, especies vulnerables o superiores), pero al no estar presentes en etapas clave del ciclo de vida importantes para la supervivencia y tener la capacidad de alejarse de las actividades del Proyecto, se considera que tienen una sensibilidad media como receptor. La significancia de este impacto es, por lo tanto, considerada como **Insignificante** a **Menor**.

5.3.2.4.5 Sonido asociado al helicóptero

Se asume que habrá hasta seis transferencias semanales (viaje de ida y vuelta) en helicóptero de y hacia el buque de perforación durante la campaña de perforación. Generalmente, los helicópteros tienen una ruta de vuelo directa entre el punto de partida y su destino.

Los viajes en helicóptero entre el helipuerto principal, en el Aeropuerto Internacional de Veracruz y el buque de perforación, pasarán sobre una sección del sitio Ramsar Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, la RMP Laguna Verde Antón Lizardo, y el AICA Centro de Veracruz (dentro del cual se ubica el aeropuerto). Los sitios mencionados son de importancia para las aves. Los helipuertos que podrían ser usados adicionalmente como soporte están localizados en los Aeropuertos de Tampico (estado de Tamaulipas) y Ciudad del Carmen (estado de Campeche).

En general, los viajes del helicóptero potencialmente pueden cruzar sobre las siguientes áreas sensibles: Sistema Arrecifal Veracruzano (ANP, Ramsar, SPM), Laguna San Andrés (RMP), Centro de Veracruz (AICA), Giro Tamaulipeco (RMP), Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP), La Pesca – Rancho Nuevo (RMP), Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua (SPM), Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz (AICA), Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas (SPM), Humedales Costeros del Centro de Veracruz (SPM), Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz (Ramsar), Laguna de Términos (ANP, SPM, Ramsar, AICA), Pantanos de Centla – Laguna de Términos (RMP), Sistema Arrecifal Lobos – Tuxpan (ANP), Cenotes de Aldama (RHP), y Lagunas San Andrés y Dunas Costeras del centro de Veracruz (RTP).

Con base en la naturaleza sensible de estos sitios y el sonido localizado en el aire de los helicópteros de vuelo bajo, existe el potencial de tener un impacto **insignificante** en las colonias de aves marinas. Sin embargo, este será de naturaleza limitada y es probable que no se pueda distinguir de las condiciones de referencia existentes asociadas con las operaciones actuales en el aeropuerto. Los resultados de la evaluación de impacto se incluyen en la **Tabla 5-21**.

El impacto potencial del sonido asociado a los helicópteros sobre el comportamiento de los mamíferos y tortugas marinos ha sido excluido de la evaluación conforme a la explicación de la **Tabla 5-12**.

5.3.2.4.6 Resumen de los impactos

La **Tabla 5-21** resume la evaluación de impacto de la emisión de sonido. Esta incluye los detalles de la magnitud de los impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia general de cada impacto.

Tabla 5-21. Evaluación de impacto: emisiones de sonido del Proyecto

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Alteración en la conducta de tortugas, peces y mamíferos marinos	Alteración de la conducta en tortugas, peces y mamíferos marinos, por la emisión de sonido submarino asociado con el buque de perforación, las actividades de perforación, incluyendo el uso de propulsores DP, y las operaciones de los OSV/FSV	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	INSIGNIFICANTE (6)	MEDIA (3)	INSIGNIFICANTE
Lesiones auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces	Posibles lesiones auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces, por la emisión de sonido submarino asociado con las actividades del buque de perforación, así como de perforación (incluyendo el uso de propulsores DP)		Adverso; Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Duración Media (2); Extensión Regional (2); Intensidad Baja (1)	BAJA (9)	MEDIA (3)	MENOR
Alteración de la conducta de aves y modificación de sus rutas migratorias debido a la generación de ruido asociado con las operaciones del helicóptero	Afectación en el comportamiento de las aves y en sus rutas migratorias por el incremento del sonido asociado a los movimientos del helicóptero	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Regional (1); Intensidad Baja (1)	INSIGNIFICANTE (5)	BAJA (2)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.5 Perfil Sísmico Vertical

El PSV es parte de las actividades de perfilado que se llevan a cabo al perforar un pozo de exploración. La fuente de emisión de sonido que será utilizada durante el PSV libera rápidamente aire a alta presión al agua, formando una burbuja que colapsa y produce una pulsación de corta duración que se propaga a lo largo de la columna de agua y hacia la estructura geológica submarina.

Se han realizado estudios sobre la propagación del sonido submarino para otros proyectos en el Golfo de México los cuales pueden ser representativos para este Proyecto. Otros estudios de PSV utilizaron un nivel de sonido SEL de 225 dB re 1 μPa^2.s. a 1 m, el cual es aplicable para este Proyecto. La **Tabla 5-22** presenta los resultados de propagación del sonido del PSV.

Tabla 5-22. Distancias de propagación del sonido del PSV

Receptor	Umbral	SPLpico (dB re 1 µPa)	SELcum (dB re 1 µPa	Distancia al Umbral SPL (m)	Distancia al Umbral SEL (m)
Cetáceos					
Cetáceos de baja frecuencia	PTS	219	183	~40	400
Cetáceos de media frecuencia	PTS	230	185	~20	<10
Peces					
Baja sensibilidad auditiva	Mortalidad o lesión mortal	213	219	~60	~100
	Lesión recuperable	213	216	~60	120
Sensibilidad auditiva media	Mortalidad o lesión mortal	207	210	160	~180
	Lesión recuperable	207	203	160	400
Alta sensibilidad auditiva	Mortalidad o lesión mortal	207	207	~160	200
	Lesión recuperable	207	203	~160	400
Tortugas					
Todas las tortugas	Mortalidad o lesión mortal	207	210	~160	~180

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.5.1 Mamíferos marinos

No se espera que los niveles de sonido generados por el PSV sean suficientes para provocar una lesión PTS en los cetáceos, pero se pueden presentar cambios de comportamiento donde los niveles de la fuente de sonido sean más altos.

Los resultados del modelo de propagación del sonido de proyectos previos similares en el Golfo de México predijeron que los niveles de sonido del PSV estarán por debajo del umbral asociado al PTS, a una distancia de >40 m para el SPL métrico para todos los cetáceos y a más de 400 m y 10 m en cetáceos de baja o media frecuencia, respectivamente, para el SEL métrico. Sin embargo, con el apoyo de observadores de mamíferos marinos y un área de observación de 500 m, la probabilidad de que un cetáceo pudiera encontrarse dentro de la zona de impactos predichos de los 400 m mientras inicia el PSV, es muy baja. Además, la densidad general de los cetáceos costa afuera es extremadamente baja y, por lo tanto, no se consideran probables los impactos por lesiones con el PSV.

Algunos impactos conductuales de evasión y efectos de enmascaramiento pueden presentarse, particularmente para los cetáceos de baja frecuencia. Tales impactos en los mamíferos marinos afectarán solo a un pequeño número de cetáceos por una corta duración cuando el PSV esté operando (cerca de 24 horas) y se espera que resulte en un comportamiento de evasión como el cambio de orientación o la dirección de nado. Se espera que la fauna marina vuelva a su comportamiento normal una vez que los niveles de sonido se hayan atenuado o que las actividades del PSV hayan cesado, sin efectos duraderos para los individuos y sin impactos previstos a nivel de población (ver ejemplos en Southall *et al.* 2007).

Se considera que los mamíferos marinos tienen una sensibilidad media, como se describió previamente. Los efectos potenciales de la perturbación conductual se consideran temporales (es decir, reversibles una vez que el sonido submarino regresa a sus condiciones normales). La exposición al sonido submarino ocurrirá frecuentemente, pero con duraciones a corto plazo (horas) y con una extensión geográfica local. La exposición al sonido se considera de intensidad moderada debido a la naturaleza de corto plazo de las actividades de PSV, y a la probabilidad muy baja de lesión o daño auditivo permanente. Por lo tanto, el impacto general de la exposición al sonido marino se considera de baja magnitud tanto para posibles lesiones como para la generación de conducta de respuesta. La significancia del impacto es considerada **Menor**.

5.3.2.5.2 Tortugas

Respecto a las tortugas marinas, el sonido del PSV puede alcanzar un umbral de 210 dB re 1µPa^{2}s SEL, solo durante los primeros 180 m desde la fuente. Las tortugas solo son transitorias en el área y es improbable que estén presentes. Es probable que cualquier tortuga que esté cerca de la actividad del PSV se aleje rápidamente del área, más allá de la zona de 180 m antes de que ocurra cualquier lesión. Es probable que los impactos en el comportamiento vayan más allá de esta distancia, sin embargo, las tortugas son móviles y pueden alejarse. No habrá impactos en las tortugas en etapas sensibles de su ciclo de vida, tales como reproducción y anidación, que ocurran en o cerca de la costa, a más de 234 km de distancia.

Las operaciones del PSV son usualmente de corta duración, tomando alrededor de 24 horas (dependiendo de la profundidad del pozo). La fuente de sonido también es temporal y solo ocurrirá una vez. Se espera que la fuente de sonido no provoque lesiones a las tortugas y solo se presenten perturbaciones mínimas del comportamiento en una extensión local (decenas de metros), por lo que es de intensidad moderada. Debido a esto, la magnitud del impacto potencial en las tortugas marinas es considerada Baja. Ya que la conservación de tortugas es de importancia internacional (Lista Roja IUCN, especies vulnerables o superiores), pero al no estar presentes en etapas clave del ciclo de vida importantes para la supervivencia y tener la capacidad de alejarse de las actividades del Proyecto, se considera que tienen una sensibilidad media como receptor, por lo que se considera que la significancia de este impacto es **Menor**.

5.3.2.5.3 Peces

Las lesiones por los pulsos de presión generados por las fuentes de sonido pulsantes, como el PSV, son posibles, pero solo en las inmediaciones de la fuente de sonido. Los estudios de propagación predijeron que los niveles de sonido están por encima del umbral SPL para lesiones en peces solo a una distancia de 160 m del PSV. Para el SEL acumulativo las distancias predichas para los impactos están entre 100 m, 180 m y 200 m para peces de sensibilidad baja, media y alta, respectivamente. La métrica SEL asume que los animales permanecerán en la zona de impactos durante la ejecución de la actividad. Por lo que, considerando la movilidad de los peces, estos puedan desplazarse más fácilmente para alejarse de las zonas donde se tengan operaciones ruidosas. Sin embargo, hay observaciones que indican que las plataformas pueden funcionar como reservorios de congregación de peces, principalmente si se utilizan trituradoras de alimentos, que podrían inhibir las respuestas de evasión. Si los niveles de sonido son demasiado altos para causar daños, se espera que los peces eviten temporalmente el área. El PSV es de corta duración y, por lo tanto, se espera que el potencial de generar lesiones a un gran número de peces sea bajo.

Existen especies de peces de importancia internacional en el Área Contractual y dentro del SAR, pero no están presentes durante los periodos de alta sensibilidad, tales como el desove y otras etapas importantes de su ciclo de vida, y, en su mayoría, son especies altamente móviles que pueden alejarse. Hay especies comerciales presentes que son particularmente sensibles al sonido submarino, incluyendo al machuelo hebra del Atlántico y varias especies de sardinas. Por lo tanto, como grupo, los peces son considerados como receptores de sensibilidad media y la significancia del impacto del sonido producido de la actividad del PSV es considerada **Menor** (**Tabla 5-23**).

Tabla 5-23. Evaluación de impacto: impactos relacionados con el Perfil Sísmico Vertical

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Lesión en mamíferos marinos, tortugas y peces	Posibles lesiones auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces, por el sonido asociado al PSV (fuente de sonido acústico)	Operación	Adverso; directo	Temporal (1), Intermitente (2), Corta Duración (1), Extensión Local (1), Intensidad Moderada (2)	BAJA (7)	MEDIA (3)	MENOR
Conducta en mamíferos marinos, tortugas y peces	Alteración en la conducta de mamíferos marinos, tortugas y peces, por el sonido asociado al PSV (fuente de sonido acústico)		Adverso; directo	Temporal (1), Intermitente (2), Corta Duración (1), Extensión Local (1), Intensidad Moderada (2)	BAJA (7)	MEDIA (3)	MENOR

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.6 Extracción de agua y descargas acuosas generales de los buques al mar

Se generarán diferentes tipos de residuos y descargas durante las actividades del Proyecto, cada una de las cuales requerirán un manejo y disposición adecuados. Las descargas del buque de perforación y los OSV/FSV (incluyendo el agua de enfriamiento, aguas negras, aguas grises, drenaje de cubierta y salmuera de la unidad desalinizadora) liberadas en la columna de agua durante la perforación podrían afectar potencialmente la calidad local del agua y, consecuentemente, la ecología marina. Los tipos y cantidades de descargas de los buques son analizados en la **Sección 2.2.8.2** y se muestra un resumen de las fuentes de descargas en la **Tabla 5-24.**

Tabla 5-24. Descargas y consumos acuosos generales de buques al mar

Fuente de descarga o consumo	Etapas relevantes del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Uso del sistema de enfriamiento del buque de perforación y extracción de agua de mar	X	X	X
Descarga de drenaje de cubierta y de sentina del buque de perforación, OSV/FSV	X	X	X
Descarga de aguas grises y negras (sanitaria) del buque de perforación, OSV/FSV	X	X	X
Descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación, OSV/FSV	X	X	X
Descarga de salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación		X	
Descarga de fluidos hidráulicos del sistema de control BOP		X	

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.6.1 Agua de enfriamiento y salmuera de desalinización

Existen varios estudios que analizan los impactos potenciales de la toma de agua sobre los peces (Prakash *et al.* 2014, Boys *et al.* 2013, *Environment Agency* 2010). La conclusión de estos estudios es que la velocidad de toma (ya sea para agua de enfriamiento, agua de lastre o el proceso de desalinización) no debe de exceder los 50 cm/s - 60 cm/s para peces grandes. Cuando sea posible, la velocidad debe ser más baja para reducir el impacto en peces más pequeños. Las ubicaciones costa afuera de las cuales será tomada el agua marina no se consideran particularmente sensibles ya que no se ubican en zonas reconocidas como áreas de cría de peces y, por lo tanto, se clasifican de sensibilidad Insignificante. La magnitud de cualquier evento con relación a la toma (por ejemplo, lesión o muerte de la vida marina como consecuencia del proceso de toma de agua) también es considerado de baja intensidad, local y a corto plazo, por lo tanto, se clasifica como **Menor**.

Tanto para el agua de enfriamiento como la salmuera, la descarga cambiará temporalmente el agua y la temperatura ambiente en el lugar de descarga, lo cual será en o cerca de la superficie del mar. Como se identificó en la **Sección 2.2.8.2** del **Capítulo 2**, el agua de enfriamiento se descargará aproximadamente a 35 ^{o}C, lo que está por encima de las temperaturas del agua marina (alrededor de 26 ^{o}C a 28 ^{o}C) creando una columna de agua caliente en las inmediaciones de la descarga (volúmenes estimados alrededor de 95,500 m^3/d). La salmuera descargada creará una columna de agua con una salinidad superior a la del agua a temperatura ambiente. El área del Proyecto se encuentra en mar abierto donde el agua y los movimientos del oleaje permitirán que ambas descargas se disipen rápidamente. Por lo tanto, se anticipa que la calidad del agua regresará a las condiciones ambientales en la proximidad (decenas de metros) del lugar de descarga dentro de un corto espacio de tiempo. Esta descarga compuesta por de agua caliente y de salmuera cambiarán temporalmente la calidad del agua dentro de la columna. Sin embargo, las especies que puedan verse afectadas por esta descarga son transitorias, por lo tanto, no se espera que estén expuestas al cambio en la calidad del agua durante largos períodos de tiempo. Por consiguiente, solo se espera que las descargas de agua de enfriamiento y salmuera tengan efectos temporales, locales y de corto plazo en las aguas cercanas a la superficie del mar. Se espera que todas las descargas de aguas residuales cumplan con las condiciones de los permisos de descarga y vertimiento de la CONAGUA (según aplique) y la SEMAR descritos en el **Capítulo 3**.

Los hábitats marinos sensibles generalmente están en aguas someras, típicamente a menos de 20 m de profundidad, y la diversidad a menudo disminuye conforme aumenta la profundidad. Dadas las profundidades de agua en el Área Contractual dentro del SAR y la baja biodiversidad esperada, la sensibilidad de las aguas receptoras y la flora y fauna asociada ha sido clasificada como Baja. Los efectos combinados de las descargas del buque de perforación tanto en la calidad del agua como en la flora y fauna fueron determinados de magnitud Baja. La significancia general del impacto, tanto en la calidad del agua como en la flora y fauna marina, es **Insignificante** ya que el agua será descargada en o cerca de la superficie, no se esperan impactos en los hábitats del lecho marino.

5.3.2.6.2 Aguas negras y grises

El agua negra de los inodoros a bordo puede contener microorganismos dañinos, nutrientes, sólidos suspendidos, material orgánico con un DBO y cloro residual del tratamiento de drenaje. El aumento de DBO afecta directamente la calidad del agua, ya que es una medida del aumento de la absorción de oxígeno disuelto por los microorganismos que descomponen el material orgánico en las aguas residuales, lo que a su vez reduce el contenido de oxígeno disuelto en el agua. Los perfiles de oxígeno disuelto encontrados durante el Estudio de LBA fueron similares a aquellos identificados por Jochens *et al.* (2004) para el Golfo de México. El estudio encontró concentraciones variables de oxígeno disuelto cerca de la superficie, seguido por un decremento de aproximadamente 350 m a 400 m; por debajo de esta profundidad, las concentraciones incrementan. Las descargas tienen el potencial de reducir el DBO en las aguas cercanas a la superficie dentro del SAR.

Como se mencionó en la **Sección 2.2.8.2**, las aguas negras serán tratadas de acuerdo con MARPOL 73/78 (según corresponda o sea requerido por la clase de buque) Anexo IV: Reglas para Prevenir la Contaminación por las Aguas Sucias de los Buques y descargadas costa afuera en volúmenes relativamente pequeños, las cuales se espera que se dispersen y diluyan rápidamente debido a las corrientes oceánicas. Las aguas negras solo pueden descargarse a más de 3 mn de la tierra según el Anexo IV de MARPOL 73/78.

La descarga de aguas grises incluye el desagüe de las duchas, lavado de ropa, lavabos y lavaderos. De acuerdo con MARPOL 73/78 no se requiere que las aguas grises sean tratadas antes de la descarga, ya que no se considera como basura o desagüe (siempre que no contenga un contaminante prescrito). Se descargará dentro del Área Contractual en el SAR y por los OSV/FSV en tránsito, en cantidades relativamente pequeñas, por lo que no prevé que cause un deterioro notable en la calidad del agua fuera del punto inmediato de descarga. En consecuencia, la magnitud del impacto se considera como baja y la significancia general de los impactos potenciales, tanto en la calidad del agua como en la flora y fauna marina, se clasifica, como **Insignificante**.

Todas las descargas de agua cumplirán con las condiciones prescritas por los permisos de descarga de la CONAGUA (cuando aplique), descritas en el **Capítulo 3**.

5.3.2.6.3 Drenaje de cubierta, agua de sentina y agua acumulada en los desagües

El drenaje de cubierta y el agua de sentina pueden estar potencialmente contaminados con aceites y lubricantes de los espacios de maquinaria. Si se descarga al medio marino sin tratamiento o con un tratamiento insuficiente, estos efluentes pueden tener un impacto adverso en la calidad del agua. Como se describe en la **Sección 2.2.8.2** del **Capítulo 2**, está agua se recolecta y se bombea a uno o más separadores de aceite/agua equipados con un analizador en línea. Se utilizará la fluorescencia UV (o tecnología equivalente compatible con MARPOL 73/78) para la determinación de aceite en agua. Se espera que solo el agua no aceitosa (por ejemplo, <15 ppm de aceite y grasa, basada en una lectura instantánea de aceite) se descargue por la borda de acuerdo con el Anexo IV de MARPOL 73/78. El agua de drenaje de cubierta normalmente se separará del drenaje de las áreas contaminadas con hidrocarburo. El agua de drenaje no aceitosa se descargará al mar a través de un cajón que se abre varios metros debajo de la superficie del mar (por lo general, alrededor de 10 m a 15 m debajo del nivel del mar). Por otro lado, el sistema de drenaje peligroso recolectará el agua de drenaje contaminada y la almacenará en el tanque de drenaje peligroso. El agua acumulada del tanque pasará a través de un separador de aceite/agua y se analizará para garantizar que cumpla con los límites legales previo a su descarga. Cualquier componente con aceite, así como agua que no cumpla con los requisitos de descarga será recolectada periódicamente y enviada a la costa para su tratamiento y disposición en un sitio de disposición autorizado. Con base en las características del buque de perforación y en el clima del Área Contractual, las descargas del agua de sentina y el agua acumulada ocurrirán de una a dos veces por mes y se estima una descarga máxima de 5 m^3/h. Como resultado de estas intervenciones, se considera que los impactos, tanto en la calidad del agua como en la flora y fauna marina, serán **Insignificantes**.

En línea con la Regla 17 de MARPOL 73/78 Anexo I: Reglas para Prevenir la Contaminación por Hidrocarburos, se llevará una Bitácora de Registro de Hidrocarburos para registrar las descargas. Si el agua de descarga supera el umbral, se activará una alarma en el puente y el agua de descarga se desviará a un tanque de decantación. Los hidrocarburos, lodos o emulsiones asociados serán transportados a la base en la costa para su disposición adecuada. Todas las descargas de aguas residuales cumplirán con las condiciones de los permisos de descarga de la CONAGUA (según aplique) que se describen en el **Capítulo 3**. El impacto potencial de estas descargas en las condiciones de línea base existentes (como se establece en el **Capítulo 4**) se describe en la **Tabla 5-25**.

5.3.2.6.4 Residuos orgánicos descargados de la cocina

Como se menciona en la **Sección 2.2.8.2.9**, el tratamiento de los residuos de alimentos y residuos de cocina estará alienado con el Anexo V de MARPOL 73/78 y con los Lineamientos para la Implementación del Anexo V de MARPOL 73/78 (Resolución MEPC.219 [63]) del 2012. Es de relevancia para el Proyecto el hecho de que el Golfo de México mexicano cae dentro de la Región del Caribe Extendida, la cual está designada como Área Especial respecto al Anexo V de MARPOL 73/78. Por lo que, todas las embarcaciones excepto plataformas solo podrán descargar desperdicios de comida triturados o molidos cuando se encuentren a más de 12 mn del punto más cercano a la costa y en tránsito. Las plataformas costa afuera ubicadas a más de 12 mn del punto más cercano a la costa (tal como el buque de perforación cuando perfore el pozo) y los buques que se encuentren a lado o dentro de los 2,500 m de dichas plataformas también pueden descargar residuos de alimentos triturados o molidos. Por lo tanto, los residuos del buque de perforación serán triturados o molidos a un tamaño de partícula no mayor de 25 mm antes de ser descargados al mar. Los huesos y otros restos de comida remanente no aptos para los maceradores serán empacados y transferidos a la costa como residuo.

Los residuos orgánicos descargados de las cocinas introducirán nutrientes y material orgánico a la columna de agua, lo que puede causar un aumento en la DBO local. Los pequeños volúmenes de residuos de alimentos descargados se dispersarán y se diluirán rápidamente debido a las corrientes. Es poco probable que estas descargas a baja escala tengan un impacto significativo en las condiciones de línea base existente, tal como se presentan en el **Capítulo 4.**

5.3.2.6.5 Descarga de fluidos hidráulicos del sistema de control del BOP durante las pruebas

Las pruebas de BOP se realizarán aproximadamente de 4 a 6 veces por pozo. Cada vez que se activa el sistema del BOP para la prueba, se libera al mar el "fluido BOP" soluble en agua y de baja toxicidad, que se compone de un 97% de agua dulce con un 3% de una mezcla patentada de etilenglicol y aminas. La cantidad liberada depende de los sistemas que estén siendo probados. Una prueba completa liberaría menos de 10 m^3 de fluido BOP en el mar. Esto resulta en una reducción focalizada y temporal de la calidad del agua en las proximidades del BOP, dentro del Área Contractual en el SAR.

En el ambiente abierto costa afuera, la descarga se diluye y se dispersa rápidamente. Los impactos directos pueden incluir la degradación de la calidad del agua y la contaminación del medio marino en las inmediaciones. Los impactos en el hábitat bentónico pueden estar relacionados con la ingestión. Dada la ubicación costa afuera del área del Proyecto, la toxicidad limitada del fluido, la corta duración de las pruebas y la periodicidad de las pruebas; cualquier impacto potencial estará focalizado y será de corto plazo.

Los hábitats bentónicos marinos dentro del Área Contractual en el SAR consisten en sedimentos suaves no consolidados, típicamente soportando bajos niveles de biota, con comunidades denominadas por gusanos poliquetos y crustáceos, como se describió en el **Capítulo 4**. Los poliquetos a menudo crecen y se reproducen rápidamente y muchas especies pueden tolerar altos niveles de la perturbación (Dean 2008). Muchos crustáceos pueden ser sensibles a los contaminantes químicos, particularmente a los hidrocarburos, mostrando frecuentemente cambios drásticos en los números de la población cuando están expuestos a petróleo (Jewett *et al*. 1999). Sin embargo, las descargas de BOP no son extensas ni frecuentes y debido a la rápida dilución que probablemente tenga el agua de mar circundante, es probable que sean bajas concentraciones de contaminantes y de corta duración. Consecuentemente, la significancia del impacto en la calidad del agua se clasifica como **Insignificante**.

No obstante, existe el potencial de que los hábitats sensibles, en particular los corales de aguas frías sean afectados. Estas colonias son irregulares por naturaleza, por lo que cualquier impacto será localizado y, en consecuencia, la significancia del impacto en las comunidades bentónicas se identifica como **Menor**. Se proporciona un resumen en la **Tabla 5-25**.

5.3.2.6.6 Resumen de la evaluación de impactos

Las descargas planeadas durante el Proyecto han sido correctamente identificadas y se cuenta con el equipo apropiado y las medidas de control para garantizar que cumplan con los requisitos legales aplicables y con los PMR del Proyecto. Por lo tanto, se considera que los impactos serán minimizados y no habrá un impacto perceptible en la ecología marina y costera como consecuencia de las descargas planeadas.

La **Tabla 5-25** resume los hallazgos de la evaluación de impacto de las descargas de los buques. Incluyen detalles sobre la magnitud de los impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia general de cada impacto.

Tabla 5-25. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con la extracción de agua y descargas acuosas generales de los buques al mar

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Calidad del agua existente	Alteración de la calidad del agua, por la descarga del agua del sistema de enfriamiento, drenaje de cubierta, de sentina, de aguas grises y negras (sanitarias) y descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación y los OSV/FSV al mar	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Duración Media (2); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	BAJA (8)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Flora y fauna (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina, por la descarga de agua del sistema de enfriamiento, drenaje de cubierta, de sentina, de aguas grises y negras (sanitarias) y descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación y los OSV/FSV al mar				BAJA (8)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Flora y fauna (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Daño y/o mortalidad de los organismos que queden atrapados en las membranas de la toma de agua o de los microrganismos que puedan pasar a través de éstas	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente/intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Moderada (2)	BAJA (8)	BAJA (2)	MENOR
Calidad del agua existente	Alteración de la calidad del agua por la descarga de salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación y por la descarga de químicos utilizados durante la limpieza de las membranas	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Baja	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Flora y fauna (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina por la descarga de salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación y por la descarga de químicos utilizados durante la limpieza de las membranas			Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Calidad del agua existente	Alteración de la calidad del agua, por la descarga de fluidos hidráulicos del sistema de control BOP		Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente / Intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	BAJA (7)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Comunidades bentónicas (incluyendo corales bentónicos de aguas frías), plancton y fauna marina	Alteración de hábitats bentónicos y daños a la flora y fauna marina por exposición a la descarga de fluidos hidráulicos del sistema de control BOP		Adverso; Directo	Temporal (1); Repetidamente / Intermitente (2); Duración Media (2); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	BAJA (7)	MEDIA (3)	MENOR

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.7 Descarga de recortes con WBDF y SPS en aguas marinas y comunidades bentónicas

Se realizó una modelación para comprender los impactos potenciales asociados con la descarga de recortes de perforación al mar. La liberación de recortes de perforación con WBDF ocurrirá durante la fase de perforación *riserless*. De autorizarse, los SPS serán descargados durante la fase de perforación con *riser*. La descarga de SPS ocurrirá en aguas profundas en el Área Contractual y no se anticipan impactos en aguas someras. Bajo el escenario de 'descarga de SPS al medio' Shell utilizará NADF con fluido base del Grupo III (olefinas internas – IO o una mezcla de olefinas con ésteres), que presentan la menor toxicidad y la mejor tasa de biodegradación de los grupos clasificados por el IOGP. La retención de masa de fluido base en los SPS no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. Si los SPS no cumplen con los límites de descarga de la USEPA (o cualquier otro límite implementado por las autoridades mexicanas), serán transportados a la costa para su tratamiento por una compañía autorizada.

Para cumplir con los requisitos potenciales bajo el escenario de descarga al mar, los recortes de perforación que se regresen al buque de perforación desde el pozo serán procesados por el equipo de control de sólidos (temblorinas) para reducir su retención en los recortes. Los recortes asociados a la perforación con NADF podrán pasar por el acondicionamiento de solidos mediante un secador de recortes y centrífugas para eliminar aún más el fluido de perforación de los sólidos. Esto permitirá que el fluido de perforación vuelva al sistema de circulación y con esto se recuperará la mayor cantidad de fluido posible para su reutilización.

Los recortes de perforación no utilizados serán transportados a tierra para su tratamiento o disposición final (ver **Sección 2.2.5.2.3.3**).

La **Tabla 5-26** provee un resumen de las fuentes anticipadas de recortes de perforación asociados al Proyecto.

Tabla 5-26. Fuentes de recortes de perforación con WBDF y de los SPS

Fuente de emisión	Etapas relevantes del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Descarga de recortes de perforación con WBDF durante la fase inicial de perforación *riserless*		X	
Descarga de SPS durante la fase de perforación con *riser*		X	

Fuente: AECOM 2021

Durante la fase de perforación *riserless* (secciones 1 y 2 del pozo), se espera que todos los recortes con WBDF se depositen directamente al lecho marino en línea con las GIIP actuales. Es posible que los recortes de perforación incluyan trazas o fragmentos de asfalto debido a las condiciones naturales de la roca en el área de la perforación.

Las secciones subsecuentes, correspondiente a la fase de perforación riser, se perforarán utilizando NADF el cual se regresará al buque de perforación para su reprocesamiento y reúso. Como se describe en el **Capítulo 2**, en México, la Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006 (en adelante NOM-149), establece las especificaciones para la protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en zonas marinas mexicanas; en cuya Sección 4.16 define los **Recortes de Perforación** como: fragmentos de roca que se obtienen en el proceso de perforación de un pozo y que están constituidos usualmente de arcillas, lutitas, areniscas, carbonatos, haluros y que se encuentran impregnados con lodos de perforación. Así mismo, la Sección 5.2.3 de la misma NOM-149, señala que **los lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos petroleros, así como los recortes de perforación impregnados con los mismos no deben verterse al mar**. Es importante mencionar que, la industria petrolera utiliza términos que suenan muy similares, como son "*fluido base aceite*" y "*aceite base*", por lo que, como se señaló en la ***Sección* 2.2.5.2.3.2** de esta MIA-R, el término **"fluido base aceite"** se refiere a los fluidos del Grupo I del IOGP. El "**fluido base aceite**" es un material que es derivado del petróleo crudo, por ejemplo, el diésel, que Shell no utilizará.

Por su parte, el término **"aceite base"** se usa para describir el fluido original (por ejemplo, NEOFLO™ 1-58, Encore®, BaraXcel- 4™ o BaraXcel™ 5) que compone la fase continua del fluido o lodo de perforación. Los **fluidos base sintética** son a veces llamados "aceites base", y estos están principalmente compuestos por un solo tipo (olefinas, ésteres, etc.) que no son derivados del petróleo crudo o productos de destilación de operaciones de refinería y, por lo tanto, no contienen los mismos componentes que el petróleo crudo. Los fluidos fabricados que emplean un proceso químico son definidos como "sintéticos", mientras que los fluidos fabricados en una refinería de petróleo son generalmente definidos como "base aceite". Para este Proyecto, Shell utilizará fluidos base que pertenecen al Grupo III (bajo contenido de aromáticos), de acuerdo con la clasificación del IOGP.

Shell descargará SPS, siempre y cuando, la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF, y previo a la obtención del permiso de vertimiento de la SEMAR (ver **Capítulo 3**).

En este sentido, Shell no contraviene la aplicación de la NOM-149, ya que esta prohíbe el vertimiento de recortes de perforación impregnados con lodos base aceite recuperados de la perforación de pozos, y Shell realizará el vertimiento de SPS (impregnados con fluido del Grupo III) posterior a su acondicionamiento, siempre y cuando, cumpla con los límites de descarga mencionados y cuente con la autorización para el vertimiento de SPS por parte de la SEMAR.

Para respaldar el análisis de los posibles impactos ambientales, se realizó un modelo de descarga de recortes de perforación en el que se asumió que la retención de masa de fluido base en los SPS no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF.

La extensión en que los sedimentos descargados se acumulan en el lecho marino se controla por medio de la velocidad de sedimentación de las partículas (una función del tamaño y densidad) y por las corrientes predominantes en la columna de agua. Los datos enfatizan los diferentes comportamientos de los materiales descargados en la columna de agua. Se espera que los SPS, los cuales son relativamente grandes y densos, se sedimenten rápidamente y que la mayoría se acumule en un área cercana al cabezal del pozo (dependiendo de la profundidad y las corrientes). En contraste, los fluidos de perforación permanecerán en suspensión por mayor tiempo y tendrán más influencia en el patrón de dispersión más lejano en el lecho marino. Debido a que el volumen de los fluidos de perforación es mucho menor que el volumen de los SPS y los fluidos se asientan en el lecho marino en un área más amplia, las capas que se forman en el lecho marino son relativamente delgadas (típicamente <1 mm) en comparación con las pilas de SPS que se crean en las inmediaciones del pozo.

Las simulaciones de descarga de recortes de perforación con WBDF y de los SPS se realizaron utilizando el sistema de modelación MUDMAP (Spaulding *et al.* 1994); seleccionado debido a su amplia aceptación dentro de la comunidad de modelación para simular el asentamiento y la dispersión de fluidos y recortes de perforación con WBDF y de los SPS. El modelo de simulación MUDMAP se usa ampliamente como soporte para las MIA costa afuera y sigue el mismo marco teórico que otros modelos de recortes de perforación comunes.

El desarrollo del modelo incluyó tres etapas: descenso/ascenso convectivo, colapso dinámico y dispersión lejana. Esto permite que el transporte y la dispersión de los recortes con WBDF y de los SPS se puedan modelar en todas las etapas de su movimiento. El resultado del modelo consiste en la definición del movimiento y la forma de la columna de descarga, las concentraciones de componentes de descarga insolubles (por ejemplo, recortes, fluidos y SPS) en la columna de agua, y la acumulación de sólidos descargados en el lecho marino. El modelo predice el transporte de sólidos descargados desde el momento de la descarga hasta el asentamiento inicial en el fondo marino. Se utilizó un cronograma de perforación representativo, de acuerdo con lo descrito en el **Capítulo 2** para caracterizar las descargas.

La perforación y evaluación del pozo están planeados para comenzar en el primer trimestre del 2022, fecha que dependerá de la obtención de los permisos correspondientes. Se estima una descarga activa que ocurra cada 10 días intermitentemente. Si se logra el objetivo de desempeño de NABF retenido en los recortes, se descargarán aproximadamente 901 m^3 de recortes con WBDF y SPS, directamente al medio marino desde seis secciones de perforación, variando de 36" a 13 ½" en diámetro.

El programa de descargas se simuló con base en dos periodos de perforación potenciales (el programado de diciembre a enero y el alternativo de julio a agosto) para evaluar la influencia de la variabilidad de las corrientes oceánicas regionales sobre los patrones de dispersión de los recortes con WBDF y SPS en conjunto. Los periodos de simulación se seleccionaron en función de una revisión de la literatura reciente y un análisis de los modelos de circulación oceánica en las corrientes dentro del Área Contractual. Cada simulación cubrió un periodo de aproximadamente 45 días (abarcando todas las etapas de perforación activas, con tiempo adicional para permitir que partículas más finas se asienten).

Shell proporcionó un programa de perforación representativo para caracterizar las descargas de seis secciones de perforación planeadas. La primera sección (*riserless*) será perforada usando agua de mar, la segunda sección (*riserless*) se perforará usando WBDF, mientras que las secciones media y principal del agujero del pozo (con el *riser* en posición) requerirán el uso de NADF.

El modelo de dispersión se utilizó para modelar la trayectoria de partículas sólidas de secciones individuales de perforación y para rastrear la distancia de dispersión por un mínimo de 120 horas posteriores a la descarga, teniendo en cuenta el asentamiento prolongado de sedimentos muy finos (por ejemplo, tamaño de particular de limo - arcilla) en la columna de agua. Se predice que la deposición de recortes con WBDF y de los SPS sobre el lecho marino para formar capas con un grosor de 0.1 mm o más permanecerá confinada dentro de una distancia máxima de 1.5 km desde el sitio de perforación (**Figura 5-1** y **Figura 5-5**). Las capas de deposición con un espesor igual o superior a 1 mm se extienden a un máximo de 655 m desde el cabezal del pozo. Los resultados de ambos escenarios muestran una pila fina de sedimentos confinada (más de 115 mm) dentro de 50 m alrededor del cabezal del pozo y una capa fina de sedimento que se extiende radialmente y hacia el noreste y hacia el oeste-noroeste, alrededor del pozo, dependiendo de la temporada.

En ambos casos la extensión del depósito fue diferente para las secciones de perforación con *riser*, indicando que el material liberado en la superficie no tiende a acumularse cerca del pozo, sino que se dispersa ampliamente desde el punto de descarga a medida que se asienta. La forma general del depósito para los dos escenarios también fue diferente durante la perforación con *riser*, esto se debe a la variabilidad de las corrientes a lo largo de la profundidad en el sitio del pozo. Durante el periodo programado (Escenario 1 de diciembre a enero), la extensión del depósito se expandió marginalmente a espesores menores de 2 mm cuando se incluyen las descargas de los SPS, pero se mantuvieron similares para los espesores de 2 mm o mayores. Las extensiones del depósito durante el período alternativo (Escenario 2 de julio a agosto) fue similar para 5 mm o mayores para la perforación con *riser*, pero muy diferentes para los espesores menores de 5 mm.

Cuando se comparan los diferentes periodos de perforación, el patrón de deposición previsto durante el período de perforación del Escenario 1 fue notablemente diferente del patrón de deposición durante el Escenario 2, aunque la extensión de las áreas fue ligeramente similar para los dos escenarios. Durante el Escenario 1, las áreas fueron ligeramente más grandes para los espesores de 0.1 mm, debido a las corrientes más fuertes en la superficie y cerca del lecho marino que aumentaron el transporte de sedimento desde el cabezal del pozo para todas las secciones de perforación. Para depósitos más gruesos, el Escenario 1 mostró áreas más pequeñas, pero fueron similares a las áreas durante el Escenario 2 con un espesor de depósito de 10 mm o mayor. Las corrientes en la columna de agua más débiles y ligeramente variables en su dirección dispersaron el sedimento radialmente y hacia el noreste, pero más cercano al cabezal del pozo durante el Escenario 2, presentando una acumulación más gruesa de sedimentos (es decir, depósitos más gruesos). La disminución de la extensión máxima para espesores de 1 mm y mayores observados durante el Escenario 2 se debió a las corrientes más débiles y direccionalmente variables en la superficie del mar y en el lecho marino. Estas corrientes disminuyeron el transporte del sedimento desde el cabezal del pozo, pero permitieron la acumulación de sedimentos. El gradiente de contornos inmediatamente alrededor del cabezal del Pozo Aluk (por ejemplo, deposición ≥100 mm) fue uniforme y concéntrico, indicando que los procesos de dispersión son casi tan influyentes como la advección de las corrientes para descargas cercanas al lecho marino. Estos impactos se limitan a una extensión de aproximadamente 8 m desde el cabezal del pozo, donde la deposición excede los 100 mm.

De acuerdo con los resultados, se puede concluir lo siguiente:

- La deposición en o por encima del umbral de concentraciones sin efecto de 6.5 mm (Smit et al. 2008) cubrirá un máximo de 0.006 km^2 y se extenderá hasta 48 m desde el cabezal del pozo.
- Para ambos escenarios, la deposición acumulativa máxima prevista es de 115 mm de espesor en el área inmediatamente adyacente al cabezal del pozo.
- Para el Escenario 1, la deposición de 0.1 mm se extiende hasta 1.5 km desde el pozo y cubre una extensión máxima de 1.6 km^2; la deposición a 1 mm se extiende hasta 655 m y cubre un área máxima de 0.28 km^2; y la deposición a un espesor de 10 mm se extiende hasta un máximo de 41 m y cubre 0.004 km^2 del fondo marino.
- Para el Escenario 2, la deposición de 0.1 mm se extiende hasta 976 m desde el pozo y cubre una extensión máxima de 1.5 km^2; la deposición a 1 mm se extiende a 585 m y cubre un área máxima de 0.27 km^2; y la deposición con un espesor de 10 mm se extiende hasta 38 m y cubre 0.004 km^2 del lecho marino (**Tabla 5-27** y **Tabla 5-28**).

A pesar de que las corrientes en el lecho marino son usualmente débiles (~5 cm/s) en comparación con las corrientes superficiales (promedio de ~38 cm/s), estas fuerzas siguen siendo suficientes para transportar sedimentos hasta 4,000 m/día. La mayoría de los sedimentos se asientan a horas de la descarga (especialmente para las secciones de *riserless* en las que se libera solo a unos pocos metros por encima del lecho marino). Sin embargo, algunos de los recortes y lodos más finos tardan días en asentarse y, como resultado, se pueden observar algunas capas de sedimentos (hasta 0.1 mm) extendiéndose hasta 1.5 km.

Tabla 5-27. Extensión máxima de la deposición en el lecho marino (por intervalo de espesor) para cada periodo modelado.

Espesor de la deposición (mm)	Área Acumulada (km^2)			
	Escenario 1 Acumulado	Escenario 2 Acumulado	Escenario 1 *Riserless*	Escenario 2 *Riserless*
	(Programado)	(Alternativo)	(Programado)	(Alternativo)
0.1	1.569	1.523	0.835	0.684
0.2	1.068	1.098	0.490	0.443
0.5	0.568	0.607	0.199	0.217
1	0.279	0.270	0.068	0.105
2	0.011	0.045	0.010	0.033
5	0.006	0.008	0.006	0.007
6.5	0.005	0.006	0.005	0.006
10	0.004	0.004	0.004	0.004
20	0.002	0.003	0.002	0.003
50	0.001	0.001	0.001	0.001
100	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Fuente: RPS 2020

Tabla 5-28. Distancia máxima de deposición (por intervalo de espesor) para cada periodo modelado

Espesor de la deposición (mm)	Extensión máxima desde el punto de descarga (m)			
	Escenario 1 Acumulado	Escenario 2 Acumulado	Escenario 1 *Riserless*	Escenario 2 *Riserless*
	(Programado)	(Alternativo)	(Programado)	(Alternativo)
0.1	1,490	976	1,470	674
1	655	585	403	267
6.5	48	47	47	46
10	41	38	41	38
100	8	7	8	7

Fuente: RPS 2020

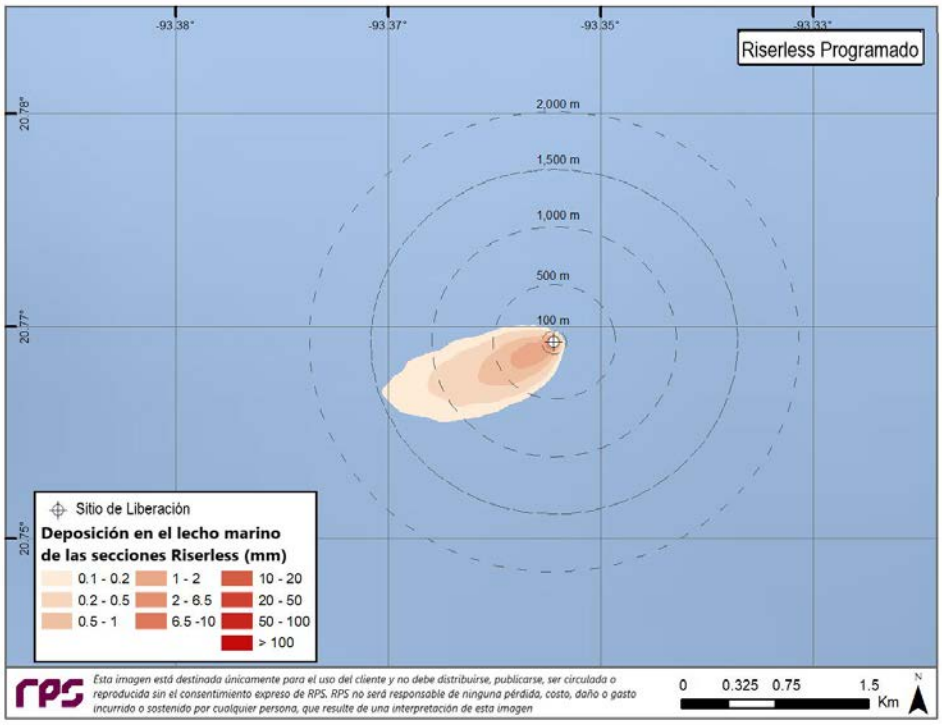
A continuación, se presentan los resultados gráficos de la simulación de los recortes de perforación con WBDF y de los SPS por medio del modelo MUDMAP, tanto para la fase *riserless* (WBDF) como para el acumulado de todas las fases de perforación (WBDF + SPS), en el cual se incluye la deposición de los SPS que alcanzan el valor óptimo de desempeño [la retención de masa de fluido base en los SPS no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF].

En este sentido, los resultados gráficos para cada pozo se presentan de acuerdo con lo siguiente:

- Se presentan los dos escenarios para la fase *riserless*:
  - Escenario 1 = periodo de perforación programado: diciembre-enero (**Figura 5-1**)
  - Escenario 2 = periodo de perforación alternativo; julio-agosto (**Figura 5-2**)

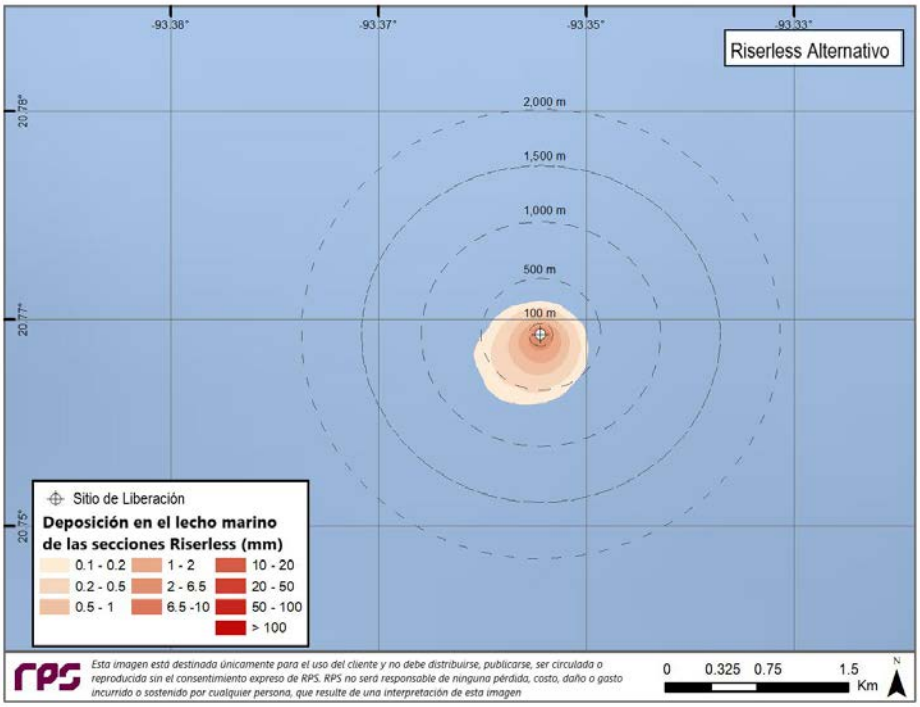
- Los escenarios (1 y 2) para los resultados acumulativos (WBDF + SPS), considerando tanto la fase *riser* como *riserless* (**Figura 5-3** y **Figura 5-4**)
- Y la presentación en conjunto de los mismos escenarios (1 y 2) de las descargas acumuladas (WBDF + SPS; **Figura 5-5** y **Figura 5-6**) con los contornos de espesor para distinguir entre las mismas.

Figura 5-1. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de recortes con WBDF como resultado de las secciones de perforación *riserless* durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero)



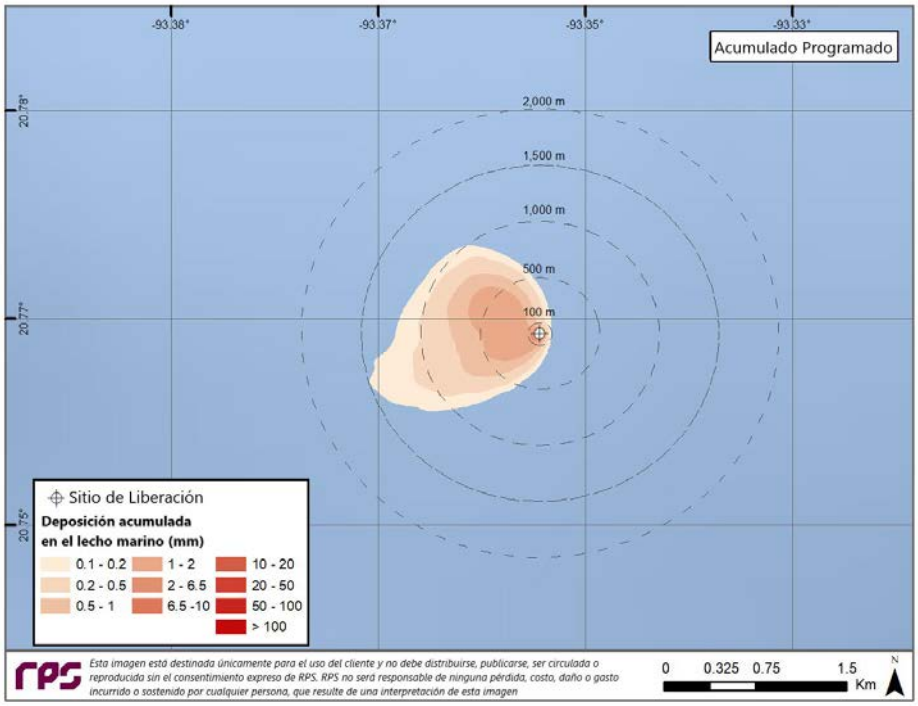
Fuente: RPS 2020

Figura 5-2. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF como resultado de las secciones de perforación *riserless* durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto)



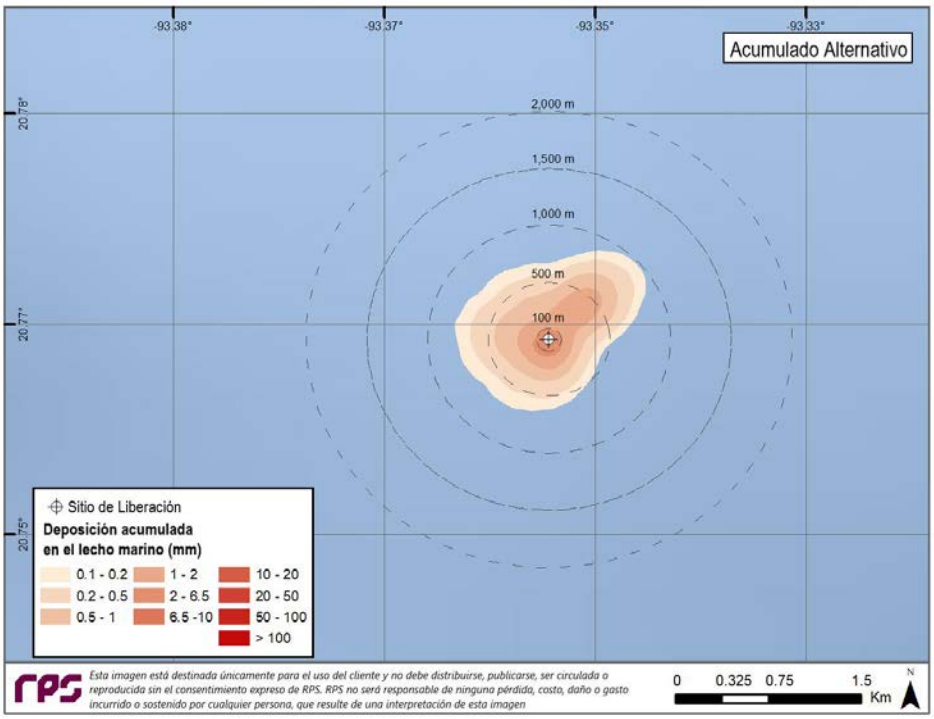
Fuente: RPS 2020

Figura 5-3. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF y de los SPS acumulados descargados durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero)



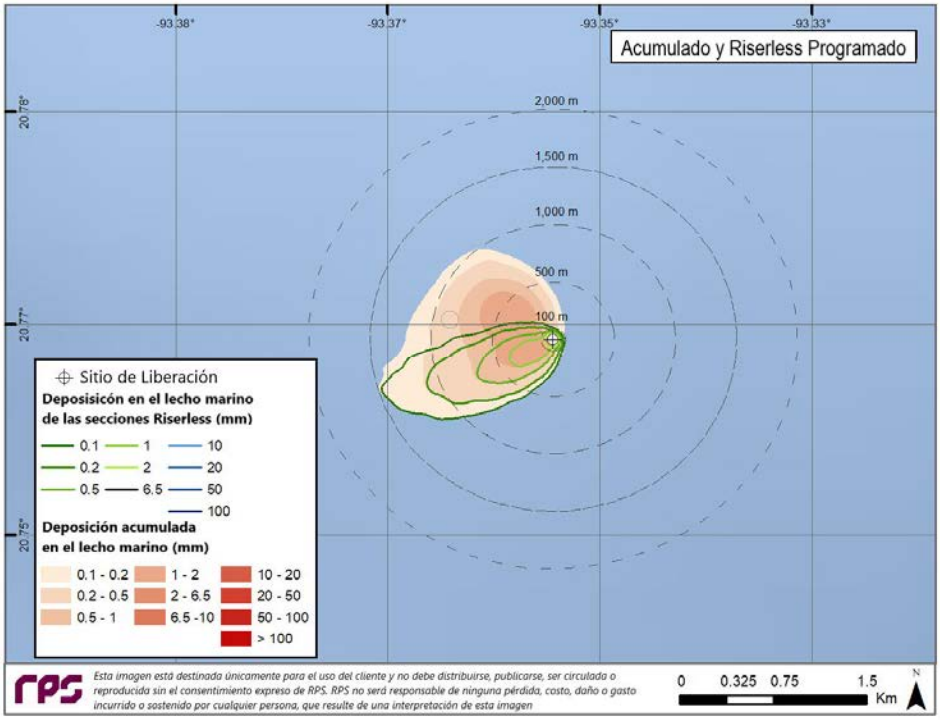
Fuente: RPS 2020

Figura 5-4. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes con WBDF y de los SPS acumulados descargados durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto)



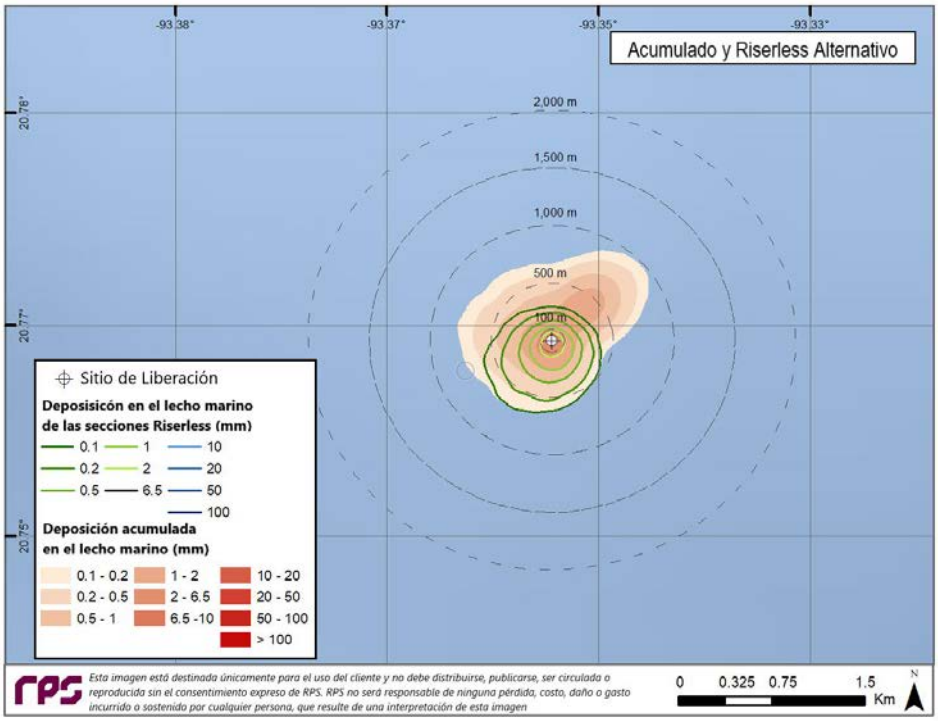
Fuente: RPS 2020

Figura 5-5. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes descargados como resultado de las secciones de perforación *riserless* y, los recortes WBDF y SPS acumulados durante el periodo de perforación programado (diciembre-enero)



Fuente: RPS 2020

Figura 5-6. Grosor estimado del depósito en el lecho marino de los recortes descargados como resultado de las secciones de perforación *riserless* y los recortes con WBDF y de los SPS acumulativos durante el periodo de perforación alternativo (julio-agosto)



Fuente: RPS 2020

Los hábitats bentónicos marinos dentro del Área Contractual consisten en sedimentos blandos, que generalmente soportan bajos niveles de biota, como se describe en el **Capítulo 4.** Los impactos en las comunidades bentónicas de fondo blando incluyen el entierro el cual puede causar mortalidad, asfixia o desplazamiento, dependiendo del organismo y la profundidad y duración de la cobertura. Muchos organismos bentónicos pueden excavar a través de las capas superficiales de sedimentos recién depositados, especialmente cuando dichas capas son relativamente delgadas (por ejemplo, un grosor menor a 1 – 2 cm). La recolonización de los sedimentos blandos se espera que ocurra a través del reclutamiento de los organismos cercanos, áreas no afectadas, así como el desarrollo larval (Brooks *et al.* 2006). Incluso en situaciones en las que se produjo un entierro sustancial de comunidades infaunales bentónicas, se esperaría la recolonización de las poblaciones del sustrato de fondo blando en un período de tiempo relativamente corto para todos los intervalos de tamaño en los organismos, en cuestión de días para bacterias y probablemente menos de uno año para la mayoría de todas las especies de macrofauna (NRC 2003). Por ejemplo, en un sitio de aguas profundas en Brasil, un año después de la perforación, se había producido la recuperación de la comunidad bentónica en toda el área de estudio (IOGP 2016a). Existe cierto potencial para que las especies o hábitats sensibles, como los corales de agua fría o las comunidades quimiosintéticas estén presentes en el Área Contractual, ya que existe un registro de octocorales dentro del Área Contractual.

Los organismos de agua marina que habitan en la columna de agua (por ejemplo, peces y plancton) tienen un bajo riesgo de ser dañados por la descarga de los recortes con WBDF y de los SPS debido a la rápida dilución y dispersión aguas abajo del sitio del pozo por las corrientes prevalecientes (Neff *et al.* 2000). Los organismos móviles, tales como los peces y crustáceos grandes generalmente evitan o se alejan de las columnas de SPS suspendidos, lo que reduce la posibilidad de exposición al impacto. Como se describe en el **Capítulo 2**, la prospección del lecho marino realizada por el ROV, previa a la perforación, verificará que no esté presente ningún hábitat sensible donde se planee perforar el pozo.

Además, una combinación de mediciones visuales, geofísicas y químicas/físicas en un total de quince lugares de descarga en el Golfo de México indicaron que los recortes no se acumulan en grandes pilas, como se ha observado en el Mar del Norte (CSA 2004). Las descargas en el Golfo de México ocurrieron cerca de la superficie del mar en la mayoría de los sitios, lo que permitió una mayor dispersión de la columna de agua y una distribución más amplia en el lecho marino.

Si las limitaciones establecidas en los permisos de descarga y vertimiento de recortes no son factibles, entonces los SPS se transportarán a la costa para su tratamiento en una instalación de manejo de residuos autorizada.

La **Sección 4.2.1.6** describe en forma general la calidad del agua existente dentro del Área Contractual. Debido a la composición química del WBDF, no se espera un impacto significativo en la calidad del agua. Además, los impactos en la columna de agua (calidad del agua) por la descarga de los SPS se consideran insignificantes debido a la baja solubilidad de éstos en el agua de mar y al bajo tiempo de residencia dentro de la columna de agua debido a la rápida tasa de sedimentación (OGP 2004).

5.3.2.7.1 Resumen de la evaluación de impacto

La **Tabla 5-29** resume la evaluación de impactos de la descarga de recortes de perforación WBDF y de los SPS. Los impactos en la calidad del agua y en la alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina, relacionados con las descargas de recortes de perforación con WBDF y de los SPS, se evaluaron como **insignificantes**; por otro lado, los impactos relacionados con la perturbación del lecho marino debido a las actividades de perforación se evaluaron como **Moderados**. A continuación, se describe la información detallada de la magnitud de impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia general de cada impacto identificado.

Tabla 5-29. Evaluación de impacto: impactos relacionados a la descarga de recortes de perforación y recortes impregnados con WBDF y SPS en aguas marinas y comunidades bentónicas

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua por la descarga de recortes de perforación *riserless* con WBDF	Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Flora y fauna marina (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina por la descarga de recortes de perforación *riserless* con WBDF		Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua por la descarga de SPS		Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Flora y fauna marina (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina por la descarga de SPS		Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE
Comunidades bentónicas	Afectación de comunidades bentónicas (incluyendo corales de agua fría) por la perturbación del lecho marino, modificación del hábitat y asfixia asociados con las actividades de perforación		Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Larga Duración (3); Extensión Local (1); Intensidad Alta (3)	BAJA (9)	MEDIA (3)	MODERADA
Calidad del sedimento	Modificación fisicoquímica del sedimento por las actividades de perforación	Operación	Adverso; Directo	Permanente (2); Infrecuente (1); Larga Duración (3); Extensión Local (1); Intensidad Moderada (2)	BAJA (9)	MEDIA (3)	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.8 Colocación de cemento para el taponamiento del Pozo

El uso del cemento que se espera ocurra como parte del Proyecto se describe en la **Tabla 5-30**.

Tabla 5-30. Colocación de cemento para el taponamiento del Pozo del Proyecto

Fuentes de emisión	Etapas relevantes del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Colocación de cemento para taponamiento del pozo.			X

Fuente: AECOM 2021

La unidad de cemento es parte de las instalaciones del buque de perforación. Después de cementar cada tubería de revestimiento, las mangueras de cemento serán lavadas y el cemento residual de las mangueras será bombeado de regreso al buque de perforación para su recolección y almacenamiento temporal, por lo que no existirá una descarga de cemento resultado de esta actividad.

En caso de taponamiento del pozo, se colocará un tapón de cemento, por lo que se estima un volumen de 9 m^3 a 11 m^3 durante esta actividad.

Con base en una revisión de las condiciones de referencia proporcionadas en el **Capítulo 4,** queda claro que el Área Contractual no está ubicada en un área sensible y se anticipa que el área muestre tolerancia a cambios sin afectar su carácter, particularmente debido a la naturaleza a gran escala del medio ambiente acuático y a la naturaleza extremadamente localizada de cualquier impacto. La sensibilidad de la columna de agua y del sedimento ha sido categorizada como Insignificante. La significancia general del impacto potencial del taponamiento del pozo sobre la calidad del sedimento se determinó como **insignificante** Se presenta un resumen en la **Tabla 5-31.**

Tabla 5-31. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con la colocación de cemento para el taponamiento del Pozo

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Calidad del sedimento	Modificación fisicoquímica del sedimento por el taponamiento del pozo sobre el lecho marino	Taponamiento y Desmovilización	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Corta Duración (1); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	INSIGNIFICANTE (5)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.9 Generación de residuos sólidos costa afuera

Las operaciones rutinarias del buque de perforación, de los OSV y el FSV generarán residuos sólidos, incluyendo basura, residuos de la cubierta, escombros y chatarra (**Tabla 5-32**). La disposición de los residuos sólidos al mar puede impactar negativamente la calidad del agua y la vida marina. Como se indica en la **Sección 2.2.8**, todos los residuos del Proyecto se manejarán y eliminarán de acuerdo con los PMR del Proyecto (ver **Capítulo 6**) y los residuos se minimizarán a través de la implementación de una clasificación de residuos. Los residuos generados en el buque de perforación serán tratados o almacenados temporalmente de acuerdo con el "*Plan de Gestión de*

Basuras" de la embarcación, según lo exige el Anexo V de MARPOL 73/78. Se documentará a través de los manifiestos de transporte, recolección y disposición final de los residuos para rastrear que los envíos de estos lleguen a los sitios designados para su disposición, y se realizarán auditorías para garantizar que los terceros que gestionen los residuos operen de acuerdo con sus obligaciones legales y contractuales. Como se mencionó previamente en el **Capítulo 2**, los sitios de tratamiento y disposición final de residuos están fuera del alcance de esta evaluación de impacto.

Tabla 5-32. Generación de residuos

Fuente de generación de residuos	Etapas relevantes del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	**Operación**	**Taponamiento y desmovilización**
Generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos) en el buque de perforación y los OSV/FSV asociados con las actividades del Proyecto – almacenamiento y manejo costa afuera	X	X	X
Generación de residuos asociados con el almacenamiento, manejo y transporte de SPS[1]		X	

[1] *Se incluye en la evaluación de impactos solo como una contingencia en caso de que no se autoricen los permisos necesarios para la descarga al mar, o si los recortes están contaminados con formaciones de petróleo o en caso de contingencia (por ejemplo, falla o sobrecarga del sistema de acondicionamiento de sólidos)*

Fuente: AECOM 2021

Como mínimo, los residuos serán segregados como residuos peligrosos y no peligrosos. Las estaciones de separación se establecerán en la cubierta de cada embarcación y estarán equipadas con recipientes para residuos los cuales estarán etiquetados y codificados por color. Estos recipientes se designarán para garantizar que los diferentes residuos no peligrosos sean manejados con el propósito de ser finalmente tratados o reciclados. Posteriormente, los residuos serán transferidos por los OSV/FSV a la base logística y luego transportados por camión a las instalaciones autorizadas para el manejo de residuos para su disposición final.

Dado que el Proyecto manejará los residuos de acuerdo con la regulación correspondiente (ver **Capítulo 3**) y de acuerdo con los PMR, no se anticipan problemas mayores relacionados con el almacenamiento, tratamiento y disposición de residuos en general. Además, el transporte de los residuos en tierra se realizará por medio de una compañía autorizada la cual dispondrá de los residuos de acuerdo con las regulaciones aplicables.

Como se mencionó anteriormente, si los requisitos establecidos por los permisos de descarga de recortes de perforación no son factibles, o si los recortes están contaminados con formaciones de petróleo o en caso de contingencia (por ejemplo, falla o sobrecarga del sistema de acondicionamiento de recortes), entonces todos los recortes impregnados de NABF serán almacenados en contenedores apropiados en el buque de perforación y estos recortes se transportarían a la costa en los OSV/FSV para su tratamiento en una instalación de manejo de residuos autorizada. Como se describe en el **Capítulo 2**, se utilizará un sistema de acondicionamiento de recortes de perforación a bordo del buque de perforación, el cual reducirá la retención de masa de fluido base en los SPS, la cual no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. El acondicionamiento de recortes de perforación en el buque de perforación permite que se maximice la reutilización del NADF y minimiza la cantidad a disponer. La disposición de recortes de perforación en tierra, en caso de ser necesaria, resulta en un aumento de requisitos de manejo, almacenamiento, transporte y tratamiento en tierra de los residuos generados en el Proyecto, lo que aumenta las emisiones al aire, incrementa el tráfico y potenciales afectaciones en tierra.

El impacto producido por la generación de recortes se identificó con una magnitud baja, por lo que la significancia del impacto se consideró como **insignificante**.

Tabla 5-33. Evaluación de Impacto: generación de residuos sólidos costa afuera

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Flora y fauna	Afectación de las comunidades de flora y fauna por el incremento en la generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos), incluyendo la generación de recortes de perforación, derivado de las actividades del Proyecto	Todas las etapas	Adverso, Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Duración Media (2); Extensión local (1); Baja intensidad (1)	BAJA (8)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.10 Interferencia con otros usuarios del mar

Se anticipa que el Proyecto haga uso de hasta cuatro puertos diferentes como parte de sus operaciones. La **Sección 4.1** del **Capítulo 4** provee información de referencia de estos puertos (Dos Bocas, Tuxpan, Alvarado y Tampico) incluyendo detalles como el promedio de movimiento mensual y el peso del cargamento que cada puerto gestiona anualmente.

Las principales actividades económicas dentro del SAR incluyen la pesca en aguas profundas y actividades marítimas comerciales. Los buques comerciales navegando desde y hacia otros puertos ubicados en el Golfo de México o destinos internacionales podrían navegar a través de la sección del Área Contractual dentro del SAR donde se llevarán a cabo las actividades clave del Proyecto. Los cuatro puertos tienen densidades de moderadas a altas de tráfico marino, mientras que la mayor parte del SAR generalmente tiene una densidad menor a 30 embarcaciones por día por km^2, con carriles de navegación establecidos que pueden tener más de 120 embarcaciones por día por 5 km^2.

El Área Contractual sigue este patrón, por incluir una importante ruta de envío con tendencia noreste/suroeste donde la densidad puede exceder 120 embarcaciones por día por 5 km^2. Por otro lado, una tendencia general de tráfico de baja densidad cruza en dirección suroeste/noreste a través del Área Contractual entre los Puertos de Veracruz y Dos Bocas y la costa del Golfo de EE. UU. y el Mar Caribe La **Tabla 5-34** enlista las actividades clave asociadas con la interferencia con otros usuarios del mar.

Tabla 5-34. Interferencia con otros usuarios del mar

Situación potencial	Etapa relevante del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Movilización del buque de perforación hacia y desde el Área Contractual	X		X
Presencia del buque de perforación en el Área Contractual		X	
Movimiento de los OSV/FSV	X	X	X

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.10.1 Movilización del buque de perforación hacia y desde el Área Contractual

El tránsito del buque de perforación al sitio del pozo tiene el potencial de interactuar con el tráfico marino mercante, desencadenando alteraciones menores del curso para evitar las trayectorias de las demás embarcaciones. Se

espera que el buque de perforación cumpla con el Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo (2006), el cual implementa varios convenios y códigos de la OMI como el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS, OMI 1974) y el Convenio sobre el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en el Mar (COLREG, OMI 1972) y Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar (STCW, OMI 1978). Los periodos de tiempo en el que el buque de perforación transitará de y hacia cada ubicación de perforación serán infrecuentes y de corta duración.

5.3.2.10.2 Presencia del buque de perforación en el Área Contractual

Una vez en el Área Contractual dentro del SAR, el buque de perforación establecerá un área de seguridad con un radio de 2,500 m para la navegación y sobrevuelo. Solo las embarcaciones o aeronaves que se requieran para la operación de estas instalaciones tienen permitido realizar actividades en el área. Dado que el buque de perforación es temporal y se estará ubicando a más de 234 km del punto más cercano a la costa mexicana, en una gran extensión de agua, la exclusión del área no representa un porcentaje considerable de las oportunidades para pesca comercial.

Por otro lado, la presencia física del buque de perforación en el sitio del pozo no se considera relevante para los pescadores artesanales como se discute posteriormente**.** Para el tráfico marino comercial que pasa por el área, la presencia del buque de perforación y la zona de seguridad pueden desencadenar modificaciones menores en el curso de las embarcaciones; para así respetar la zona de seguridad. Sin embargo, dado que el buque de perforación estará en mar abierto, y lejos de cualquier restricción de rumbo, así como por el hecho de que la zona de seguridad no es lineal y está limitada a un área aproximada de 19.6 km^2, no se espera que la presencia del buque de perforación impacte significativamente las rutas de tráfico marino en función de los niveles existentes de movimiento de embarcaciones dentro del Área Contractual.

5.3.2.10.3 Movilización OSV/FSV

Como se indica en la **Sección 2.2.5** en el **Capítulo 2** se anticipa que los OSV realicen cuatro viajes de ida y vuelta de la base logística a el buque de perforación cada semana. Se estima que le tomará al OSV aproximadamente de 11.1 a 13.9 horas desde Dos Bocas, de 14.2 a 18 horas desde Alvarado, de 21.3 a 23.8 desde Tampico y, finalmente, de 18 a 20.6 horas desde Tuxpan al sitio de perforación. En comparación, los tiempos de tránsito de una ida para el FSV se estiman entre 4.3 a 5.4 horas desde Dos Bocas, de 5.5. a 7 horas desde Alvarado, de 8.2 a 9.2 desde Tampico y de 7 a 8 horas desde Tuxpan. Los OSV y el FSV que transitan entre la base en tierra y el buque de perforación tienen el potencial de interactuar con otros usuarios (barcos comerciales, ferris, embarcaciones de pesca artesanal y embarcaciones de pesca deportiva). Las interferencias podrían incluir alteraciones menores o daños a las redes de pesca y otros artes de pesca.

Con base en la EvIS (AECOM 2018b), en esta sección se describen dos tipos de impactos: potencial afectación a la pesca y potencial alteración al tránsito marítimo.

La pesca artesanal se realiza principalmente dentro de los 50 km de la costa, mientras que casi toda la pesca comercial y recreativa se realiza en bahías y estuarios poco profundos y a unos pocos kilómetros de la costa en aguas que cubren la plataforma continental, que se extiende a profundidades de unos 200 m. Como se muestra en el **Capítulo 4,** los hábitats pelágicos de aguas profundas y ultra profundas costa afuera concentran relativamente pocas especies de interés deportivo y comercial (CREOCEAN 2017), con solo una zona de captura de atún de aleta amarilla (*T. albacares*). En comparación con los buques mercantes y los buques pesqueros comerciales, se considera que la pesca artesanal es más vulnerable a las interacciones con los OSV/FSV ya que es menos probable que estas embarcaciones operen de acuerdo con los lineamientos SOLAS (OMI 1974) o COLREG (OMI 1972).

No obstante, dado el nivel de tráfico marino usando los puertos existentes, el bajo número de movimientos de embarcaciones relacionados con el Proyecto, y el hecho de que los OSV y el FSV operarán bajo la supervisión de las autoridades portuarias pertinentes, no se espera que ocurra una interferencia significativa con otros usuarios del mar. Una vez en aguas abiertas en el Golfo de México, los OSV/FSV seguirán una ruta directa hacia y desde

el buque de perforación, realizando modificaciones menores en el curso según sea necesario en línea con las prácticas de navegación normales para evitar otros barcos, incluidos los barcos de pesca (comercial y artesanal).

En áreas donde los OSV/FSV puedan entrar en contacto con embarcaciones de pesca artesanal (por ejemplo, mientras se encuentren o estén cerca del puerto) pueden ocurrir algunos impactos menores a corto plazo en términos de sus requisitos de navegación. Sin embargo, su cumplimiento con el Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos del 2006, las Convenciones relacionadas de OMI, y los códigos mitigarán el riesgo (se proporcionan mayores detalles en el **Capítulo 6**).

El **Capítulo 3** provee una descripción general de las interacciones anticipadas que tendrán los OSV con las RMP, y en particular dentro de la RMP Pantanos de Centla – Laguna de Términos, por lo que con base en el análisis realizado en dicho capítulo y la distancia a la que están estas zonas, no se anticipa interacción directa con alguna ANP.

Considerando lo anterior, la significancia del impacto potencial relacionado con la interferencia con otros usuarios del mar se determinó como **Insignificante**. A continuación, se presenta la evaluación de impactos con relación a la interferencia con otros usuarios del mar (**Tabla 5-35**).

Tabla 5-35. Evaluación de impacto: interferencia con otros usuarios del mar

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Usuarios comerciales, recreativos, pescadores comerciales y artesanales	Impactos con embarcaciones comerciales, recreativas, embarcaciones pesqueras comerciales y artesanales asociadas con los traslados de los OSV/FSV y la movilización y presencia del buque de perforación	Movilización, Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Corta Duración (1); Extensión Regional (2); Baja intensidad (1)	BAJA (8)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.11 Impactos en la sección del ambiente terrestre del Sistema Ambiental Regional

5.3.2.11.1 Ruido, polvo y congestión en caminos (perturbación a la comunidad)

La **Tabla 5-36** enlista las actividades asociadas con el incremento de tráfico y los impactos relacionados en la generación de ruido, polvo y emisiones atmosféricas al ambiente terrestre.

Tabla 5-36. Impactos identificados de tráfico relacionados con el Proyecto

Fuente de emisión	Etapas Relevantes del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Incremento de tráfico en caminos locales	X	X	X
Incremento en ruido, polvo y emisiones atmosféricas asociadas con el aumento de tráfico	X	X	X

Fuente: AECOM 2021

Como se indica en el **Capítulo 2**, se anticipa que los OSV/FSV realizarán hasta cuatro viajes de ida y vuelta por semana desde la base logística a el buque de perforación. Para suministrar estos buques con materiales y remover el residuo que han traído, una serie de vehículos pesados deberán visitar la base logística en cada puerto escogido. Se estima que esto equivaldrá de dos a tres viajes de ida y vuelta por semana. Se espera que la base logística principal este en Dos Bocas.

Como se mencionó anteriormente, si los requisitos establecidos por los permisos de descarga de los recortes de perforación no son factibles, entonces todos los recortes de perforación impregnados con NABF serán retenidos en el buque de perforación para su almacenamiento en contenedores adecuados y se transportarán a tierra a través de los OSV/FSV. En este caso habría un aumento significativo de los movimientos de vehículos relacionados con el Proyecto, ya que los recortes deberán ser tratados y dispuestos en una compañía de tratamiento de residuos autorizada. Esto daría como resultado un aumento en el tráfico y perturbaciones en tierra, así como aumentos en las emisiones atmosféricas asociadas con estas actividades extras.

Las bases de suministro se seleccionaron, entre otras cosas para y por lo siguiente:

- Para transferir y/o almacenar suministros, materiales, equipos, residuos y personal;
- Proveer servicios de manipulación y elevación para cargar y descargar materiales y equipos para el transporte hacia y desde las instalaciones de almacenamiento,
- Utilizarse como almacén temporal de residuos provenientes de la unidad de perforación previo a su transporte hacia el sitio de disposición final (por ejemplo, reciclaje o tratamiento, conforme aplique).
- tendrán la suficiente capacidad para cubrir las demandas del programa de perforación, por lo cual no se necesitan construcciones nuevas en tierra.

Las actividades en tierra se limitarán a aquellas que normalmente se llevan a cabo en la base de suministro. Los consumibles que podrían ser comprados a través de la base de suministro incluyen combustibles, alimentos y agua.

Dentro de Área de Influencia Indirecta de la EvIS (véase el **Capítulo 4**), la mayoría de las localidades (aproximadamente un 70%), tienen por lo menos una calle pavimentada que conduce a la carretera federal. Los caminos no pavimentados utilizados por los vehículos asociados con el Proyecto pueden generar ruido y polvo a medida que se recorren y esto podría perturbar a las comunidades locales. De manera similar, el aumento en el uso de todos los caminos aumenta la velocidad a la que se daña la superficie, particularmente en el caso de caminos sin pavimentar. Sin embargo, debido al hecho de que el Puerto de Dos Bocas maneja un promedio de 6,000 barcos por año y aproximadamente 8 millones de toneladas de carga (API Dos Bocas 2016), no se anticipa que el Proyecto aumente la carga de tráfico vial asociada en una medida detectable por la población local.

Por lo anterior, la significancia del impacto se determinó como **Menor.** La **Tabla 5-37** resume los impactos en el tráfico vial. Esto incluye detalles sobre la magnitud de los impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia general de cada impacto identificado.

Tabla 5-37. Evaluación de impacto: incremento de polvo, ruido y emisiones por tráfico vial

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Usuarios existentes de caminos	Incremento de tráfico en caminos locales	Movilización, Operación	Adverso; Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	BAJA (8)	BAJA (2)	MENOR

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Receptores humanos existentes	Incremento en ruido, polvo y emisiones atmosféricas, asociadas con el aumento de tráfico terrestre y el helicóptero		Adverso; Directo	Temporal (1); Frecuente (3); Duración Media (2); Extensión Local (1); Intensidad Baja (1)	BAJA (8)	MEDIA (3)	MENOR

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.11.2 Interacciones sociales con la comunidad local

Las principales interacciones sociales con la comunidad local relacionada con el Proyecto se describen en la **Tabla 5-38**.

Tabla 5-38. Interacciones sociales en tierra por el Proyecto

Interacción social	Etapa relevante del Proyecto		
	Movilización y estudio previo a la perforación	Operación	Taponamiento y desmovilización
Oportunidades laborales generadas por el Proyecto	X	X	X
Percepción del Proyecto de la comunidad local	X	X	X

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.11.3 Oportunidades laborales generadas por el Proyecto

Esto se discute con más detalle dentro de la EvIS preparada para el Proyecto que se aprobó por la SENER el 16 de noviembre del 2018. No se espera que los servicios de apoyo en costa para la perforación del pozo de exploración, como son la transferencia y/o el almacenamiento de suministros, materiales, equipos, residuos y personal, resulten en la generación de nuevos empleos permanentes en el área de influencia indirecta socioeconómica del Proyecto. Se espera que las actividades en tierra se limiten a la vivienda temporal de un pequeño número de trabajadores fuera de servicio en los hoteles de la zona, así como al transporte de trabajadores. El Proyecto también puede crear una necesidad adicional de servicios de muelle y provisiones de alimentos y materiales, creando así, algunos empleos temporales adicionales y reactivando cierto grado de dinamismo económico.

Si bien los impactos en la economía local son en general positivos, estos se limitarían al área del puerto y serían temporales, por lo que la significancia del impacto general se considera **Insignificante.**

5.3.2.11.4 Percepción del Proyecto por la comunidad local

Las bases logísticas serán el punto principal de contacto físico entre las comunidades localizadas en el área de influencia indirecta social del SAR. Como se identificó durante la EvIS (AECOM 2018b), hay algunas comunidades en el Área de Influencia que son muy optimistas sobre las reformas energéticas y específicamente la perforación exploratoria por parte de compañías extranjeras, las cuales traerán grandes beneficios al sector de servicios. Es importante notar que también existen preocupaciones generales respecto a la perturbación de la comunidad relacionadas al tráfico, ruido y emisiones a la atmósfera, como se detalla anteriormente. Del mismo modo, también existe la percepción de contaminación por las actividades de operación de la industria de hidrocarburos. Sin embargo, está percepción es preexistente debido a los antecedentes del sector en la zona.

Todos estos factores presentan la posibilidad de que las comunidades locales tengan una alta expectativa de los beneficios derivados del Proyecto cuando se espera que los beneficios de la comunidad no sean significativos. Pero tendrían poca o ninguna consecuencia para los modos de vida, la cultura o la calidad de vida.

Por otro lado, la percepción del impacto por parte de la comunidad es que aún en condiciones normales de operación, se generarán impactos que deberán ser compensados, esto con base en incidentes que sucedieron en el pasado con el mismo sector (AECOM 2018b). La significancia del impacto se considera como **Insignificante.**

5.3.2.11.5 Resumen de la evaluación de impacto

La **Tabla 5-39** resume los impactos relacionados con las interacciones sociales. Se incluyen detalles sobre la magnitud de los impactos, la sensibilidad de los receptores y la significancia general de cada impacto identificado.

Tabla 5-39. Evaluación de impacto: Impactos relacionados con la interacción social con la comunidad local (empleo y percepción)

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Receptores humanos locales	Potencial generación de expectativas	Todas las etapas	Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Duración Media (2); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (6)	MEDIA (3)	INSIGNIFICANTE
Receptores humanos locales	Percepción del Proyecto por el sector hidrocarburos		Adverso; Directo	Temporal (1); Infrecuente (1); Duración Media (2); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	INSIGNIFICANTE (6)	MEDIA (3)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.2.12 Contribución a la capacidad de puerto

Se anticipa que los OSV/FSV realizarán hasta cuatro viajes por semana desde la base logística hasta el buque de perforación. Para suministrar a esos OSV/FSV con materiales y retirar los residuos que entregan, una serie de vehículos pesados realizarán de dos a tres viajes de ida y vuelta por semana al puerto. Por lo tanto, el Proyecto utilizará parte de la capacidad de reserva del puerto y la presencia de las actividades del Proyecto interactuará con otros usuarios del puerto en términos de acceso a grúas y montacargas, etc. Sin embargo, considerando el hecho de que el Puerto de Dos Bocas recibe un promedio de 6,000 barcos por año que manejan aproximadamente 8 millones de toneladas de carga (API Dos Bocas 2016), no se espera que el Proyecto incremente las demandas en el puerto en una medida considerable.

Dadas las capacidades de los puertos existentes, el Proyecto no requerirá ninguna nueva infraestructura de base en tierra y no será necesario desarrollarla. La **Tabla 5-40** resume la evaluación de los impactos relacionados con la contribución de la capacidad de puerto.

Como se mencionó anteriormente, si los SPS no alcanzan el valor óptimo de desempeño (la retención de masa de fluido base en los SPS no excederá el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso [6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos] en promedio para todas las secciones perforadas con NADF),

entonces los SPS se almacenarán en el buque de perforación en contenedores y se transportarán a tierra a través de los OSV/FSV. Comparado con una descarga segura en el mar, este escenario resultaría en una mayor carga para las instalaciones portuarias, ya que el volumen de residuos requerirá viajes adicionales de los OSV/FSV y se requerirán servicios adicionales para el manejo de residuos para cargar los recortes en los vehículos para su transporte posterior.

Tabla 5-40. Evaluación de impacto: impactos relacionados con la contribución de la capacidad del puerto

Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Caracterización de la Magnitud		Magnitud	Sensibilidad	Significancia
			Tipo	Criterios de la Magnitud			
Usuarios existentes del puerto	Impacto en la capacidad del puerto existente, incluyendo el aumento del tráfico marítimo por el transporte de los residuos.	Movilización, Operación, Taponamiento y Desmovilización	Adverso; Directo	Temporal (1); Intermitente (2); Larga Duración (3); Extensión Local (1); Baja Intensidad (1)	BAJA (8)	INSIGNIFICANTE (1)	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.3 Descripción de los impactos de eventos no planeados

Los eventos no planeados son actividades que no se espera que ocurran durante las actividades normales del Proyecto, tales como, emergencias, accidentes e incidentes no rutinarios. El Proyecto sigue un proceso definido para asegurar que los eventos no planeados sean propiamente evaluados a lo largo del ciclo de vida del Proyecto, en términos de su impacto potencial en los receptores de salud, seguridad, social y ambiental presentes en el SAR.

Los principales eventos no planeados que podrían ocurrir como resultado de este Proyecto incluyen:

- Colisión de embarcaciones/pérdida de embarcaciones o equipo;
- Colisiones con fauna marina;
- Colisión con otros vehículos terrestres;
- Colisiones con fauna terrestre;
- Descarga accidental de petróleo, químicos o residuos al mar de las embarcaciones del Proyecto, incluidos derrames menores (resultantes de la recarga de combustible, mantenimiento, etc.) y derrames mayores;
- Vertimiento accidental de hidrocarburos - reventón del pozo;
- Venteo de gas hidrocarburo
- Descarga accidental de agua de lastre de mar.

Este capítulo se enfoca en aquellos eventos no planeados que se consideran de relevancia para el Proyecto debido a su naturaleza y ubicación. La metodología aplicada para evaluar los eventos no planeados se describe en la **Sección 5.2.5** y analiza la probabilidad de que ocurra un evento junto con la gravedad del impacto si se llegase a producir.

El diseño de controles y las medidas de mitigación que implementará el Proyecto para ayudar a limitar la ocurrencia de eventos no planeados que se identifican en esta sección se incluyen en el **Capítulo 2** y en el **Capítulo 6**.

5.3.3.1 Colisión de embarcaciones/pérdida de embarcaciones o equipo

5.3.3.1.1 Colisión de embarcaciones y pérdida de combustible

Una colisión con un buque de terceros puede ocurrir dentro del sitio del pozo o durante el tránsito hacia y desde la base logística dentro del SAR. Los accidentes de esta naturaleza son extremadamente inusuales debido a la baja

densidad de tráfico marino esperado en la ubicación del pozo y los sistemas de navegación y procedimientos dentro de los OSV y el FSV. Los impactos derivados de la colisión de embarcaciones pueden incluir la pérdida de vida, descargas accidentales al mar, incendios y afectación de equipos (por ejemplo, equipo de pesca).

Tal como se describió en el **Capítulo 2**, el buque de perforación operará con un radio de 2,500 m de zona de exclusión entorno a ella para garantizar su seguridad y la de otros usuarios del mar. Esta zona de exclusión está diseñada para prevenir que otros usuarios del mar, incluyendo los pescadores industriales y cargueros comerciales transiten cerca del buque de perforación. Dada la distancia a la que se encuentra de las áreas de alto tráfico de embarcaciones, el potencial de colisiones en el sitio de perforación es extremadamente bajo. El potencial de accidentes aumenta cuando los OSV y el FSV están cerca de las áreas costeras.

El potencial derrame de combustible más grande para este escenario sería una consecuencia de una pérdida imprevista de una parte o la totalidad del combustible de los buques después de la ruptura de los tanques del buque en una colisión. El combustible a bordo del buque está típicamente almacenado en una serie de pequeños tanques, los cuales son de doble fondo y están conectados por válvulas, por lo cual es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente en el evento de una colisión. Además, los buques de perforación están diseñados para resistir una colisión con otra embarcación, por lo tanto, es improbable que la nave de perforación sufra un daño extensivo ya que los cascos de los buques de suministro suelen tener doble recubrimiento. Por ejemplo, el ITOPF mantiene una evaluación estadística de los derrames de tanques de petróleo que ocurren en el mundo anualmente, e indica que en el 2017 solo se produjeron dos derrames de gran escala (clasificado como >700 toneladas, ITOPF 2018). Las estadísticas también mostraron una reducción en la tendencia del número de incidentes en cantidad de hidrocarburos derramados anualmente desde que comenzaron los registros en la década de 1970, lo que corresponde a embarcaciones más seguras y procedimientos operativos que hacen que los incidentes sean cada vez más improbables.

El tamaño máximo de derrame depende de la capacidad máxima de combustible en los buques involucrados, esto se calcula en 5,000 m^3 de diésel.

Sin embargo, es posible que la fuga pueda surgir por la ruptura de los tanques de combustible de un buque más grande después de la colisión con un buque de terceros. Los derrames de esta naturaleza son extremadamente raros debido a que el buque de perforación estará estático durante la mayor parte del Proyecto, a la presencia de los OSV y el FSV, a la baja densidad del tráfico marino esperado en las ubicaciones del pozo, y a los sistemas y procedimientos de navegación de los buques.

Si un buque se incendiara, emitiría contaminantes al aire causando una degradación local de la calidad del aire. El resultado de la evaluación del impacto determinó la probabilidad de este evento como extremadamente improbable aunque de alta severidad, por lo que la significancia del impacto se consideró como **moderada** (**Tabla 5-41**).

5.3.3.1.2 Colisión de embarcaciones – pérdida de las embarcaciones y/o equipo

En el evento de un daño mayor a los buques, resultando en hundimiento, los efectos potenciales podrían incluir daño a los hábitats bentónicos y características submarinas (como sitios arqueológicos marinos). A pesar de que el impacto potencial a las comunidades bentónicas sería limitado, el impacto potencial a las características submarinas podría ser considerable y permanente. Es importante mencionar que no se encontró ningún sitio arqueológico durante el Estudio de LBA llevado a cabo por el Proyecto.

La pérdida de equipo de perforación (tal como herramientas) por la borda del buque de perforación o los materiales almacenados a bordo de los buques de suministro en el mar tienen el potencial de causar daño físico a la fauna marina, las comunidades betónicas y las aves marinas por medio de impacto físico directo o por asfixia como consecuencia del incremento de sedimentos suspendidos resultantes del rompimiento del material al chocar con el lecho marino. No hay infraestructura submarina conocida en el Área Contractual dentro del SAR que pudiera ser afectada por la pérdida de equipo de perforación.

Todo el equipo que se lleve y se retire del buque de perforación se registrará y se verificará regularmente en las listas de inventario para controlar cualquier pérdida. El cumplimiento con las políticas de Seguridad e Higiene del

buque de perforación, incluyendo el entrenamiento de la tripulación, ayudará a minimizar la posibilidad de pérdida de equipo y buques. En el **Capítulo 6** se incluyen otras medidas para reducir el riesgo de cualquier impacto.

El resultado de la evaluación del impacto determinó la probabilidad de este evento como extremadamente improbable, aunque de alta severidad, por lo que la significancia del impacto se consideró como **moderada** (**Tabla 5-41**).

Cualquier incidente involucrado con la pérdida de materiales será reportado a la SEMAR y a la ASEA conforme el procedimiento correspondiente. Cualquier pérdida de materiales, equipo y buque serán localizadas y recuperadas de inmediato, cuando sea seguro y factible hacerlo.

Tabla 5-41. Evaluación de Impacto: eventos no planeados relacionados con la colisión de embarcaciones

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Colisión de embarcaciones y pérdida del inventario de combustible, equipo y material	Todas las etapas	EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	ALTA	MODERADA
Hundimiento de embarcaciones y pérdida de inventario de combustible, equipo y material		EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	ALTA	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.2 Colisiones con fauna marina

Los buques que participarán en la operación de perforación incluyen el buque de perforación, que en su mayor parte permanecerá estacionaria utilizando su sistema de posicionamiento dinámico, tres OSV y un FSV. Los OSV/FSV harán rondas de abastecimiento de hasta cuatro veces por semana a la base logística en los puertos identificados. La posibilidad de que los buques colisionen con la fauna marina (especialmente los mamíferos marinos) es baja dado el reducido número de movimientos de las embarcaciones durante el programa de perforación y la ubicación del área del Proyecto dentro del SAR (distante de áreas conocidas de agregación de fauna marina). El buque de perforación estará fijo durante la mayor parte del programa de perforación, con movimientos que solo ocurren durante la movilización y desmovilización. No obstante, las ballenas de movimiento lento se encuentran en mayor riesgo, particularmente cuando los animales están en la superficie donde su capacidad de detectar buques se reduce. Los cetáceos más pequeños, como delfines y marsopas, son generalmente lo suficientemente móviles como para evitar buques en su camino o que se muevan hacia ellos. Las medidas de mitigación se describen en el **Capítulo 6**.

Existe un potencial de colisión con aves, particularmente durante las operaciones que se llevan a cabo en la primavera y el verano. Si bien no se encontraron estimaciones que indiquen un número posible de colisiones de aves con las instalaciones del sector hidrocarburos, se estima que, al norte del Golfo de México, 200,000 aves mueren anualmente por colisiones con embarcaciones de todo tipo (Russell 2005).

Las tortugas son menos móviles que los cetáceos y no pueden salir del camino de los OSV/FSV tan fácilmente como los cetáceos. Lutcavage *et al*. (1997) indicó que el tráfico marino es una de las causas de mortandad en tortugas marinas en el Golfo de México. Mientras que las tortugas marinas adultas son visibles en la superficie durante el día y con clima despejado, estas pueden ser difíciles de ubicar desde un buque en movimiento cuando descansan bajo la superficie del agua, durante la noche y durante periodos de clima inclemente. Sin embargo, la evidencia anecdótica sugiere que cuando los buques viajan a gran velocidad, las tortugas pueden ser arrastradas por las olas de proa del buque, evitando la colisión.

El Área Contractual dentro del SAR incluye una densidad muy baja de especies de mamíferos marinos con estatus de protección (ver **Capítulo 4**) que serán transitorias en el área por periodos de tiempo muy cortos y el área no se

considera un ecosistema sensible ni está protegido localmente. Sin embargo, los OSV/FSV deberán viajar a través del hábitat de las tortugas marinas durante sus movimientos entre el buque de perforación y los puertos identificados.

Por lo tanto, se determinó la probabilidad de este evento como extremadamente improbable aunque de alta severidad, por lo que la significancia del impacto se consideró como **moderada.** La **Tabla 5-42** proporciona un resumen de la evaluación de impacto.

Tabla 5-42. Evaluación de Impacto: impactos relacionados con las colisiones con fauna marina

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Colisión de embarcaciones con fauna marina	Todas las etapas	EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	ALTA	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.3 Colisión de vehículos terrestres con otros vehículos locales

En caso de un evento de colisión terrestre con otros vehículos terrestres, se podrían generar daños físicos e incluso la muerte de las personas involucradas en el accidente. Se implementarán medidas de prevención para minimizar la probabilidad de colisión terrestre, incluyendo lineamientos de control de velocidad, señalizaciones o tránsito por caminos establecidos por lo que el impacto potencial es improbable y la severidad es media, de esta manera la significancia del impacto es **moderada** (**Tabla 5-43**). En el **Capítulo 6** se incluyen otras medidas para reducir el riesgo de cualquier impacto.

Tabla 5-43. Evaluación de Impacto: colisión de vehículos terrestres

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Colisión de los vehículos terrestres con otros vehículos locales	Todas las etapas	IMPROBABLE	MEDIA	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.4 Colisiones con fauna terrestre

Los vehículos que participarán en el transporte de suministros, residuos y recortes entre los puertos y las bases logísticas de suministro, así como las instalaciones de manejo de residuos autorizadas, transitarán por medio de carreteras y caminos locales previamente establecidos. Sin embargo, debido a que el tránsito se realizará también en secciones del camino despobladas en donde la presencia de fauna silvestre es común, existirá el riesgo de colisión con fauna terrestre que cruce dichos caminos como parte de su desplazamiento natural. El riesgo potencial es mayor para mamíferos pequeños o medianos, reptiles y aves, y durante el tránsito crepuscular o nocturno de los vehículos debido a la disminución en la visibilidad para poder detectarlos. Así mismo, durante los periodos nocturnos, la fauna será más susceptible a ser deslumbrada con las luces del vehículo, lo que limita su capacidad de reacción y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de colisión. La significancia de este impacto se consideró como **moderada**. Las medidas de mitigación se describen en el **Capítulo 6**. La **Tabla 5-44** resume la evaluación de impactos.

Tabla 5-44. Evaluación de Impacto: colisiones con fauna terrestre

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Colisión de los vehículos terrestres con la fauna terrestre	Todas las etapas	POSIBLE	MEDIA	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.5 Descarga accidental de petróleo, químicos o residuos al mar de las embarcaciones

5.3.3.5.1 Descarga accidental de petróleo de las embarcaciones

Los derrames menores de hidrocarburos pueden ocurrir como resultado de fugas de mangueras hidráulicas, equipos, contenedores de almacenamiento o derrames durante la recarga de combustible. El tipo de descarga accidental que es más probable que ocurra durante el Proyecto es el resultado la recarga de combustible en el mar. Los volúmenes de derrame de este tipo de evento son generalmente bajos, desde unos pocos litros hasta el improbable caso de que se produzca un derrame mayor de todo el combustible del OSV o FSV. La mayoría de los derrames de hidrocarburos documentados están asociados con cantidades relativamente pequeñas de hidrocarburos (por ejemplo, menos de 7 toneladas según las definiciones de ITOPF). Los detalles relacionados a las colisiones de embarcaciones se incluyen en la **Sección 5.3.3.1** previa.

El buque de perforación y los OSV/FSV usarán combustible diésel. Normalmente el diésel experimentará una rápida dispersión y evaporación en el ambiente marino cuando se le somete a la acción de las olas, vientos, corrientes, luz y bacterias. En consecuencia, es probable que cualquier vertimiento pequeño se rompa y se disperse en un corto espacio de tiempo. Los derrames más grandes tienen el potencial de afectar negativamente la flora y la fauna; sin embargo, dada la ubicación costa afuera del Área Contractual dentro del SAR y la distancia de los indicadores de impacto sensibles, esto es improbable en el sitio de perforación. Debido a los impactos potenciales asociados con cualquier vertimiento accidental de hidrocarburos, la severidad del impacto para derrames a pequeña escala está clasificada como Baja, mientras que la severidad para derrames a gran escala está clasificada como alta, lo que genera una significancia del impacto de **menor** a **moderada**.

5.3.3.5.2 Vertimiento accidental de residuos

No habrá descargas planeadas de residuos sólidos al ambiente marino (a excepción de los residuos de alimentos triturados). Todos los residuos sólidos serán recolectados y dispuestos en un sitio autorizado en tierra. El vertimiento accidental de residuos al mar (durante el tránsito de los OSV/FSV) podría resultar en contaminación localizada de la columna de agua e impactos potenciales a la fauna marina por ingesta o enredo. Dada la ubicación costa afuera del Área Contractual y la distancia a la que se encuentra de los indicadores de impacto de aguas someras, así como la corta duración del programa de perforación, cualquier impacto potencial será altamente localizado. A pesar de ello, podría impactar la fauna o flora marina presente en el área donde suceda la descarga accidental y, por lo tanto, la significancia está clasificada como **Moderada**.

5.3.3.5.3 Vertimiento accidental de químicos

Dependiendo del tipo de químico, de la ubicación de la descarga y del radio al cual este fue vertido al ambiente, la intensidad del impacto variará ampliamente. Los químicos en la columna de agua pueden disiparse rápidamente durante el curso de horas o días, o durar por un periodo mayor tiempo. El área que se vería impactada sería localizada y la contaminación permanecería a decenas de metros del lugar de descarga. La severidad del impacto relacionada con el derrame accidental de químicos sería Media, con base en la cantidad limitada y la naturaleza localizada de cualquier evento de derrame.

El buque de perforación almacenará volúmenes considerables de fluidos de perforación durante el Proyecto. Los derrames de WBDF no se consideran significativos, ya que se descarga al mar durante las operaciones normales de perforación y es principalmente una mezcla de agua de mar y bentonita la cual es considerada de baja toxicidad (un material compuesto de minerales de arcilla, predominantemente montmorillonita con pequeñas cantidades de

otros grupos minerales de arcilla esmectita). Los derrames superficiales de NADF generalmente son el resultado de un error humano o una falla mecánica, ya sea desde el tanque de fluidos o durante la transferencia hacia y desde los tanques de fluido.

Si se derraman en la superficie (rompimiento de una manguera de transferencia mientras cargaba NADF), inicialmente se hundiría a través de la columna de agua transportada por corrientes marinas y es poco probable que se extienda más de unas pocas centenas de metros conforme se hunde. En ausencia de agitación, un proceso de separación de fases comenzará entonces a liberar el fluido y se elevará a la superficie y formará una película con brillo. Las partículas inertes en el NADF (barita) pueden provocar un aumento de la turbidez y se depositarán en el lecho marino.

Como se describe en el **Capítulo 2**, el caso base es que el NADF se formulará como NABF Grupo III. De las tres categorías principales de NABF, clasificadas de acuerdo con el contenido aromático en los fluidos base, el Grupo III tiene un impacto reducido en el ambiente acuático. Los fluidos del Grupo III son biodegradables, no se bioacumulan y tienen baja toxicidad (IOGP 2016a).

Debido a los procedimientos operacionales existente de seguridad y salud implementados para el manejo de sustancias químicas, la probabilidad de que ocurra un evento de derrame se clasifica como extremadamente improbable y, por lo tanto, la significancia del impacto es **menor**.

5.3.3.5.4 Resumen de la evaluación del impacto

La **Tabla 5-45** resume los hallazgos de la evaluación de impactos de los eventos no planeados asociados con el vertimiento accidental de petróleo, residuos o químicos.

Tabla 5-45. Evaluación de Impacto: vertimiento accidental de hidrocarburos, residuos o químicos de las embarcaciones

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Liberación accidental de hidrocarburo – liberación menor (menos de 100 litros)	Todas las etapas	POSIBLE	BAJA	MENOR
Liberación accidental de hidrocarburo – liberación mayor (más de 100 litros)		EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	ALTA	MODERADA
Liberación accidental de residuos sólidos		POSIBLE	MEDIA	MODERADA
Liberación accidental de químicos		EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	MEDIA	MENOR

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.6 Vertimiento accidental de hidrocarburos - reventón del pozo

5.3.3.6.1 Introducción

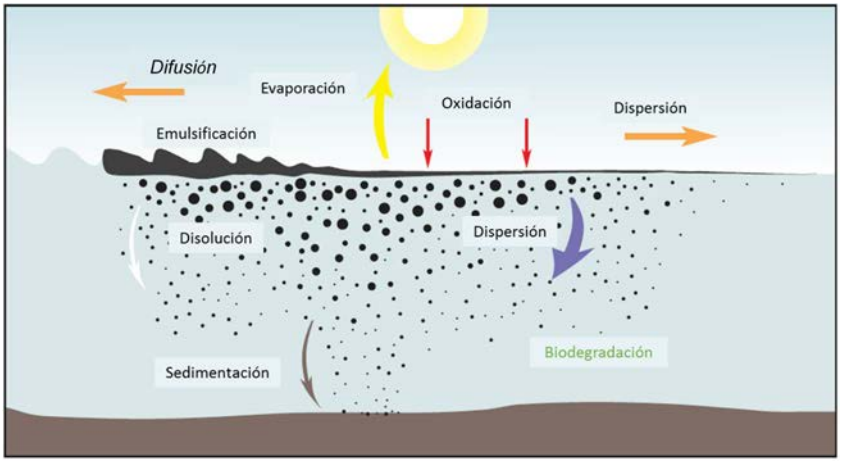
El evento no planeado con mayor impacto ambiental y económico es el vertimiento de hidrocarburo por el reventón de un pozo. La pérdida de control de la presión de un pozo petrolero puede resultar en un reventón, que a menudo comienza como un "reventón en la parte superior" con escapes de hidrocarburo (líquido y gas) del yacimiento en el buque de perforación. Si un buque de perforación sufre un reventón se desconecta del pozo, este continuará liberando petróleo en forma de un 'reventón submarino'. En caso de un reventón, los hidrocarburos pueden escapar libremente del pozo hacia el medio ambiente, hasta que su presión se libere o se restablezca el control.

5.3.3.6.2 Derrame de hidrocarburos al mar – resumen

El destino y comportamiento del hidrocarburo derramado en el mar dependen de sus propiedades físicas y químicas. La composición química del petróleo, en combinación con las condiciones meteorológicas, afecta la forma en que el hidrocarburo se rompe y se disipa o persiste en el medio marino. A esta interacción entre el

hidrocarburo derramado y el nuevo medio en el que se encuentra, se le conoce como intemperización. La **Figura 5-7** y la **Tabla 5-46** muestran el proceso de intemperización.

Figura 5-7. Intemperización del hidrocarburo derramado en el medio marino



Fuente: ITOPF, 2018

Los procesos de intemperización influyen en el alcance del daño ambiental causado por el hidrocarburo liberado al ambiente marino, a medida que el hidrocarburo envejece, las fracciones ligeras (incluyendo el pentano y el hexano inicialmente en forma líquida) se evaporan y dispersan más fácilmente que los componentes más pesados del hidrocarburo.

Tabla 5-46. Resumen del Proceso de Intemperización del Hidrocarburo Derramado en el Ambiente Marino

Proceso	Efecto
Difusión	El hidrocarburo se dispersa sobre el mar, adelgazándose con respecto a la distancia de la fuente. La tasa de difusión dependerá de la viscosidad, la acción de las olas, la velocidad del viento y temperatura del aire y del mar.
Evaporación	Las fracciones ligeras se evaporan rápidamente, esto puede producir una atmósfera explosiva. La velocidad de evaporación depende del contenido volátil del hidrocarburo, la velocidad del viento y la temperatura del aire y del mar.
Emulsificación	Las mezclas de agua de mar con el hidrocarburo forman una emulsión viscosa y persistente, incrementado el volumen total hasta 3 o 4 veces. El grado de emulsión depende de la composición del hidrocarburo y del estado del mar.
Dispersión	El hidrocarburo se descompone en gotas (droplets) las cuales se mezclan con la columna de agua. La velocidad de dispersión depende de la viscosidad del hidrocarburo, de la velocidad del viento y la temperatura del aire y del mar.
Sedimentación	El hidrocarburo se adhiere a partículas suspendidas que las vuelve lo suficientemente pesadas como para hundirse en el fondo marino. La tasa de sedimentación depende de la concentración del sedimento en suspensión, por ejemplo, las altas concentraciones ocurren en las bocas de los ríos y en aguas costeras.
Biodegradación	El hidrocarburo es consumido por las bacterias que lo descomponen en compuestos más pequeños hasta que se convierte en dióxido de carbono en el agua. La tasa de biodegradación depende del tipo de hidrocarburo, la disponibilidad de los nutrientes (nitrógeno y fosforo) la concentración del oxígeno y de la temperatura del agua.
Disolución	Los componentes solubles en agua, tales como el benceno y tolueno, se disuelven en la columna de agua y pueden afectar a los organismos marinos. El grado de disolución dependerá de la composición de hidrocarburo; la mayoría de los hidrocarburos contienen pequeñas fracciones solubles.

Proceso	Efecto
Foto-oxidación	El hidrocarburo en componentes más pequeños y solubles. El grado de foto-oxidación dependerá del tipo de hidrocarburo y la forma a la que este expuesto a la luz del sol.

Fuente: ITOPF 2011

5.3.3.6.3 Modelación de la liberación no controlada de hidrocarburos en el mar (derrame)

Debido a los potenciales impactos que pueden producirse ante una liberación no controlada de hidrocarburos al mar, se llevó a cabo una modelación estocástica considerando los peores escenarios de reventón del pozo. Este tipo de modelaciones consiste en ejecutar cientos de simulaciones de trayectorias de derrames individuales utilizando un rango de viento y condiciones oceanográficas que son históricamente representativas del período en el que podría ocurrir el evento de derrame. Los resultados de las trayectorias se combinan para producir resultados estadísticos que incluyen la ruta probable de dispersión del hidrocarburo y el tiempo que le llevaría llegar a la costa.

La modelación, realizada por la empresa RPS *Ocean Science*, en representación de Shell, utilizó el software de modelación de liberación de hidrocarburos OILMAP. La primera fase del modelo se llevó a cabo con el módulo OILMAP *Deep,* a través del cual, se determina la geometría de la pluma de hidrocarburos y la formación de gotas (*droplets*) en la columna de agua (*near-field model*) para ello, se utilizó una velocidad de descarga definida en conjunto con las características del crudo liberado (por ejemplo, GOR, densidad, temperatura, viscosidad) y las condiciones oceanográficas de fondo. La segunda fase, realizada con el módulo general de OILMAP, consistió en la simulación de la trayectoria del hidrocarburo en la capa superficial del océano una vez que este ha dejado la pluma (*far-field model*) para estimar su probabilidad de presencia y tiempos mínimos de arribo, tanto en la superficie marina como en la zona costera del Golfo de México. Este tipo de modelación toma en cuenta las condiciones meteorológicas y oceanográficas del área de estudio a lo largo de un periodo operacional anticipado para proporcionar información acerca del comportamiento probable de un derrame potencial (Sección 2.2 del ERA).

El modelo estocástico se realizó para el derrame continuo del “peor escenario” considerando una tasa de liberación de 91,000 bbl/día, en la ubicación del Pozo Aluk, para una duración de 13 y 30 días a una profundidad de 1,200 m durante dos temporadas: lluvias (abril a septiembre) y secas (octubre a marzo). Los cuatro escenarios modelados, se muestran en la **Tabla 5-47**.

Tabla 5-47. Escenarios de liberación no controlada de hidrocarburos en el mar

Escenario	Sitio del Derrame	Tipo de Hidrocarburo	Tipo de Derrame	Temporada	Tasa de Derrame (bbl/día)	Duración del Derrame	Volumen Total Derramado (bbl)
1	Aluk	Crudo medio	Reventón en el lecho marino	Lluvias	91,000	13 días	1,183,000
2	Aluk	Crudo medio	Reventón en el lecho marino	Secas	91,000	13 días	1,183,000
3	Aluk	Crudo medio	Reventón en el lecho marino	Lluvias	91,000	30 días	2,730,000
4	Aluk	Crudo medio	Reventón en el lecho marino	Secas	91,000	30 días	2,730,000

Fuente: RPS 2021

A continuación, se describen brevemente los resultados más significativos de la modelación. Para mayores detalles ver la Sección 2.2.3 del ERA.

La **Figura 5-8** y **Figura 5-9** muestran los resultados de los contornos de probabilidad y tiempos mínimos de arribo de hidrocarburo a la superficie marina considerando un derrame de 1,183,000 bbl de crudo y una liberación durante 13 días en las temporadas de lluvias y secas, respectivamente. Para la representación, descripción de los resultados y determinar la significancia de la probabilidad de afloramiento de hidrocarburo, se seleccionó un umbral de espesor de 0.01 mm (10 µm) para la presencia de hidrocarburos en la superficie marina (Sección 2.2.2.4 del ERA). Se debe considerar que todos los resultados descritos en esta sección rebasan dichos umbrales.

- Durante la temporada de lluvias para un periodo de liberación de 13 días, los contornos de probabilidad de presencia de hidrocarburo en la superficie marina se extendieron principalmente hacia el noroeste del punto de liberación, con probabilidades de presencia cercanas al punto de liberación (~100 km) entre 70% y 100% y con tiempos de arribo menores a tres días, hasta probabilidades de presencia de 5% a 10% cercanas a la plataforma continental de Veracruz y Tamaulipas, con tiempos de arribo de entre 5 días y 13 días.
- Durante la temporada de secas y para una liberación de 13 días, los contornos de probabilidad de presencia de hidrocarburo en la superficie marina se extendieron principalmente hacia el oeste-noroeste a partir del punto de liberación. Se obtuvieron probabilidades de presencia entre 70% y 100% a 100 km al noroeste del punto de liberación, con tiempos de arribo menores a tres días, hasta probabilidades de presencia de 5% a 10% cercanas a la plataforma continental de Tamaulipas y Veracruz con tiempos de arribo entre 7 días y 13 días.

En la **Figura 5-10** y **Figura 5-11** se muestran las probabilidades y tiempos de arribo a las costas para un derrame de 1,183,000 bbl y 13 días de liberación en las temporadas de lluvias y secas, respectivamente, utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm). Como se puede observar, para esta temporada, no se obtuvieron resultados >5% de probabilidad de presencia de hidrocarburos en la costa.

Por otra parte, la **Figura 5-12** y **Figura 5-13** muestran los resultados de los contornos de probabilidad y tiempos mínimos de arribo de hidrocarburo a la superficie marina ante un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio y una liberación durante 30 días en las temporadas de lluvias y secas, respectivamente, utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm). A continuación, se describen los principales hallazgos:

- En la temporada de lluvias, la orientación de los contornos en la superficie marina fue similar al caso de 13 días (con dirección principal hacia el noroeste), sin embargo, debido a que el periodo de liberación fue mayor, estos fueron más extensos, y abarcaron desde la frontera con Estados Unidos (con probabilidades desde

5% hasta el 50% y con tiempos de arribo mayores a 15 días) hasta el estado de Tabasco (con probabilidades de 5% a 10% y tiempos de arribo mayores 15 días). En una extensión de 200 km al noroeste desde el punto de liberación, la probabilidad de presencia fue del 80% al 100% con un tiempo de arribo menores a un día y hasta cinco días. Para este periodo de liberación, existe probabilidad moderada (40%) de que el hidrocarburo deje el territorio mexicano hacia Estados Unidos en un tiempo mayor a 10 días.

- Durante la temporada de secas, los contornos de probabilidad de presencia de hidrocarburo en la superficie durante la temporada de secas se extendieron principalmente hacia el oeste-noroeste del punto de liberación. Aproximadamente a 400 km al oeste del punto de liberación, se observaron probabilidades entre 70% al 100%, con tiempos de arribo menores a 10 días. Las probabilidades de presencia cercanas a plataforma continental se extendieron desde la frontera con Estados Unidos hasta el estado de Tabasco con probabilidades que van desde el 5% hasta el 50% y tiempos de arribo mayores a 7 días. Durante esta temporada, existe una probabilidad del 5% al 20% de que el hidrocarburo deje aguas mexicanas hacia aguas estadounidenses.

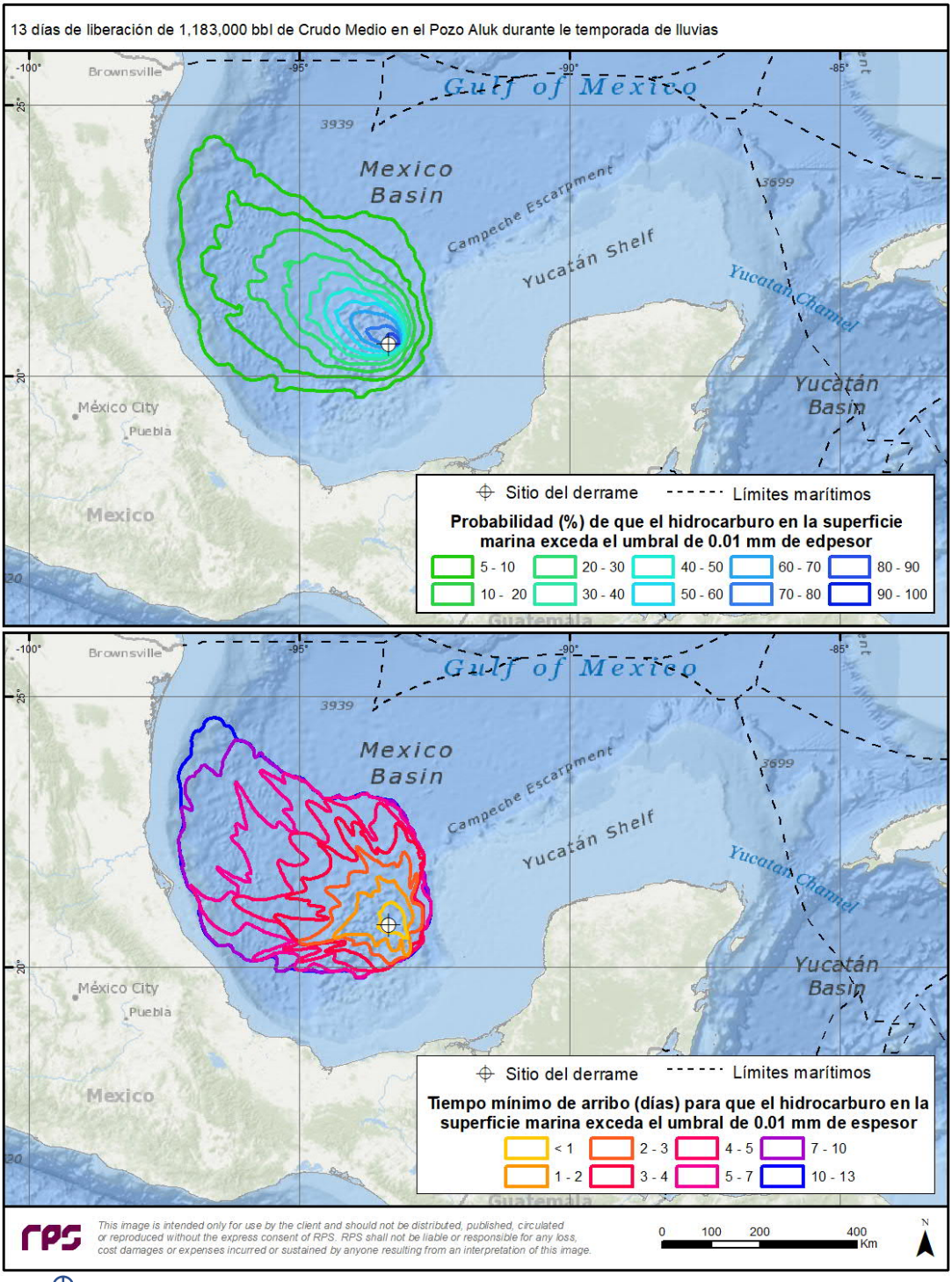
En la **Figura 5-14** y **Figura 5-15** se muestran los resultados de los contornos de probabilidad y tiempos mínimos de arribo de hidrocarburo a la costa ante un derrame de 2,730,000 bbl y una liberación durante 30 días en las temporadas de lluvias y secas, respectivamente; utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm). A continuación, se describen los principales hallazgos:

- En la temporada de lluvias, los contornos de probabilidad sobre la costa se extendieron desde la frontera con Estados Unidos (30% al 40%) con tiempos de arribo mayores a 15 días, extendiéndose hacia las costas de Tamaulipas (5% al 50%) con tiempos de arribo entre 10 y 20 días, Veracruz (30% al 40%) con tiempos de arribo entre 7 y 20 días, y Tabasco (5% al 10%) con tiempos de arribo de 10 a 20 días.
- En la temporada de secas, se observó una probabilidad entre el 5% y 50% en la costa de Tamaulipas con tiempos de arribo mayores a 10 días; por otra parte, la costa de Veracruz presentó probabilidades de entre 5% y 40%, con tiempos de arribo mayores a siete días. Para este periodo, se obtuvieron valores de probabilidad de presencia de hidrocarburo del 5% al 20% en las costas del sur de Estados Unidos con tiempos de arribo mayores a 15 días.

Estos modelos asumen que no se han implementado medidas de respuesta. Sin embargo, ante cualquier evento de pérdida de control del pozo que podría resultar en un reventón, se activarán las medidas de respuesta, en cuanto sea posible y seguro. Muchas de las medidas se implementarán simultáneamente para brindar una respuesta integral. Este enfoque también proporciona un nivel de contingencia de modo que, si las medidas de respuesta iniciales no tienen éxito, estarán disponibles medidas adicionales para implementarse como respaldo. Shell desarrollará un Plan de Respuesta ante Derrames conforme con los requisitos del plan de implementación del SASISOPA. En el **Capítulo 6**, se incluyen más detalles.

Los esfuerzos de respuesta para control de pozo incluirán estrategias de intervención del pozo (es decir, control de la fuente), incluyendo intervención directa del BOP, en caso de ser requerida, la movilización e instalación de un *capping stack* y perforación de un pozo de alivio. Se podrían implementar medias adicionales de respuesta como contención y recuperación de hidrocarburos, quema *in-situ* en caso de ser requeridas, así como la movilización de dispersantes.

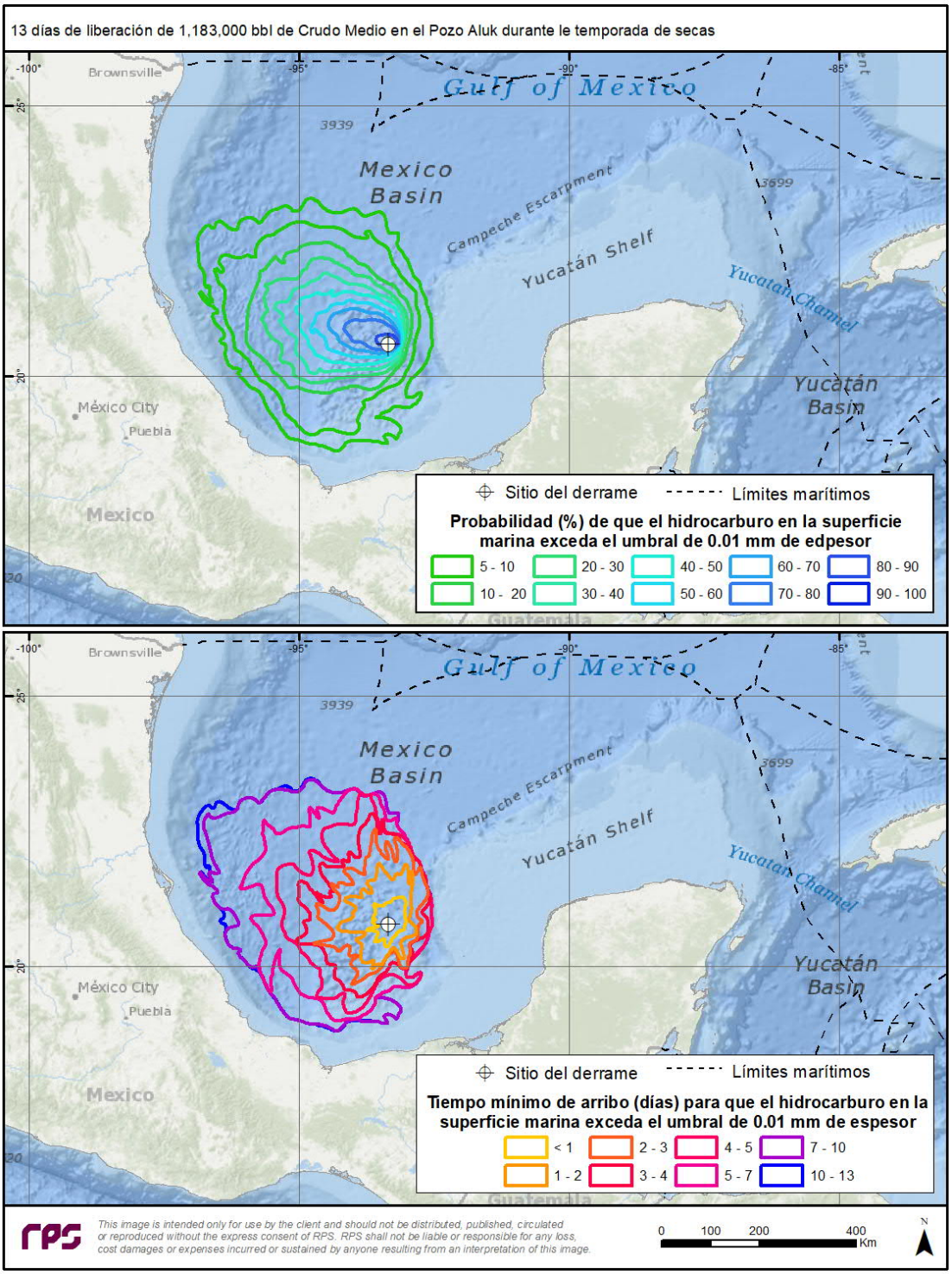
Figura 5-8. Modelación estocástica de un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

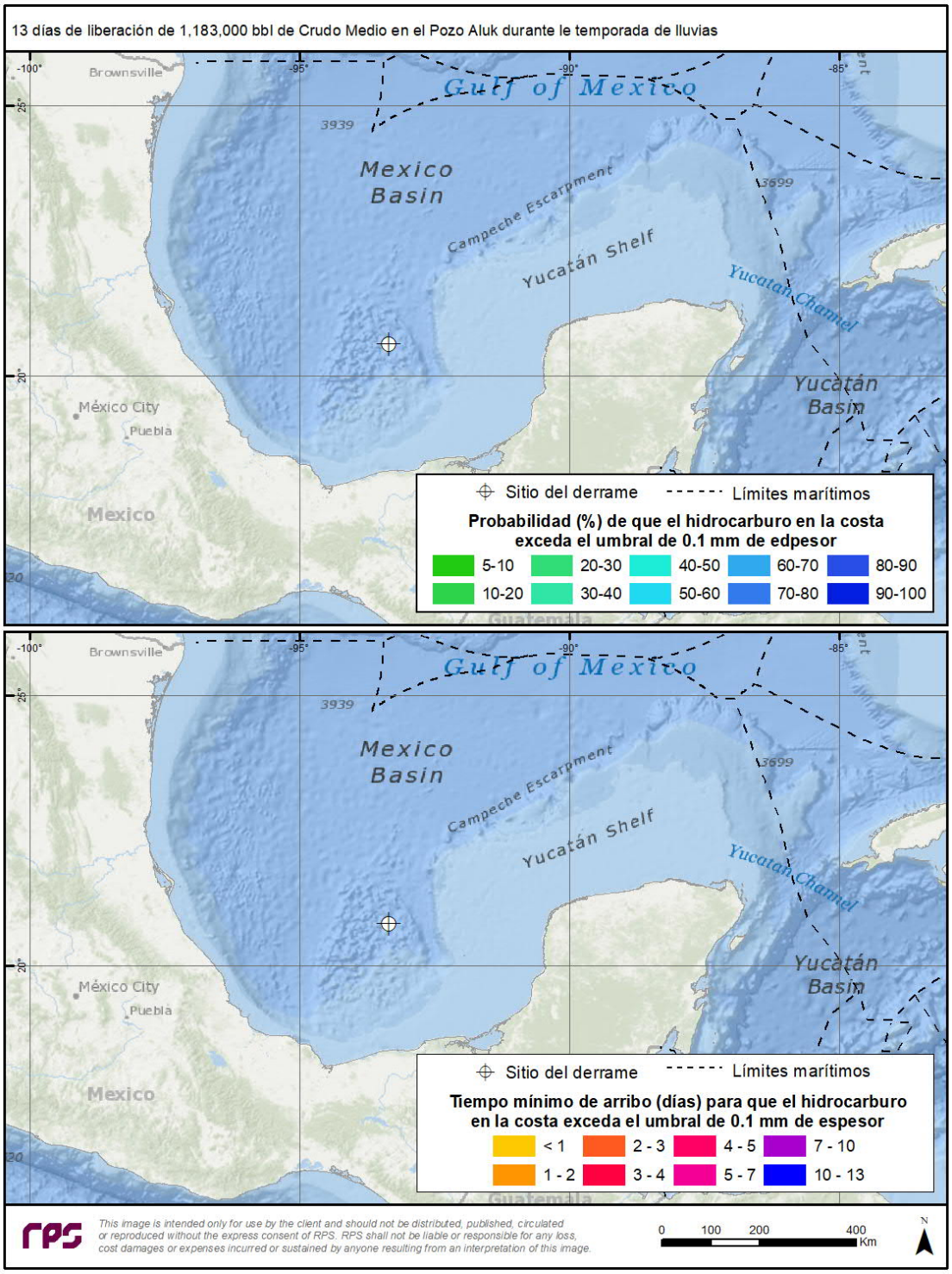
Figura 5-9. Modelación estocástica de un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

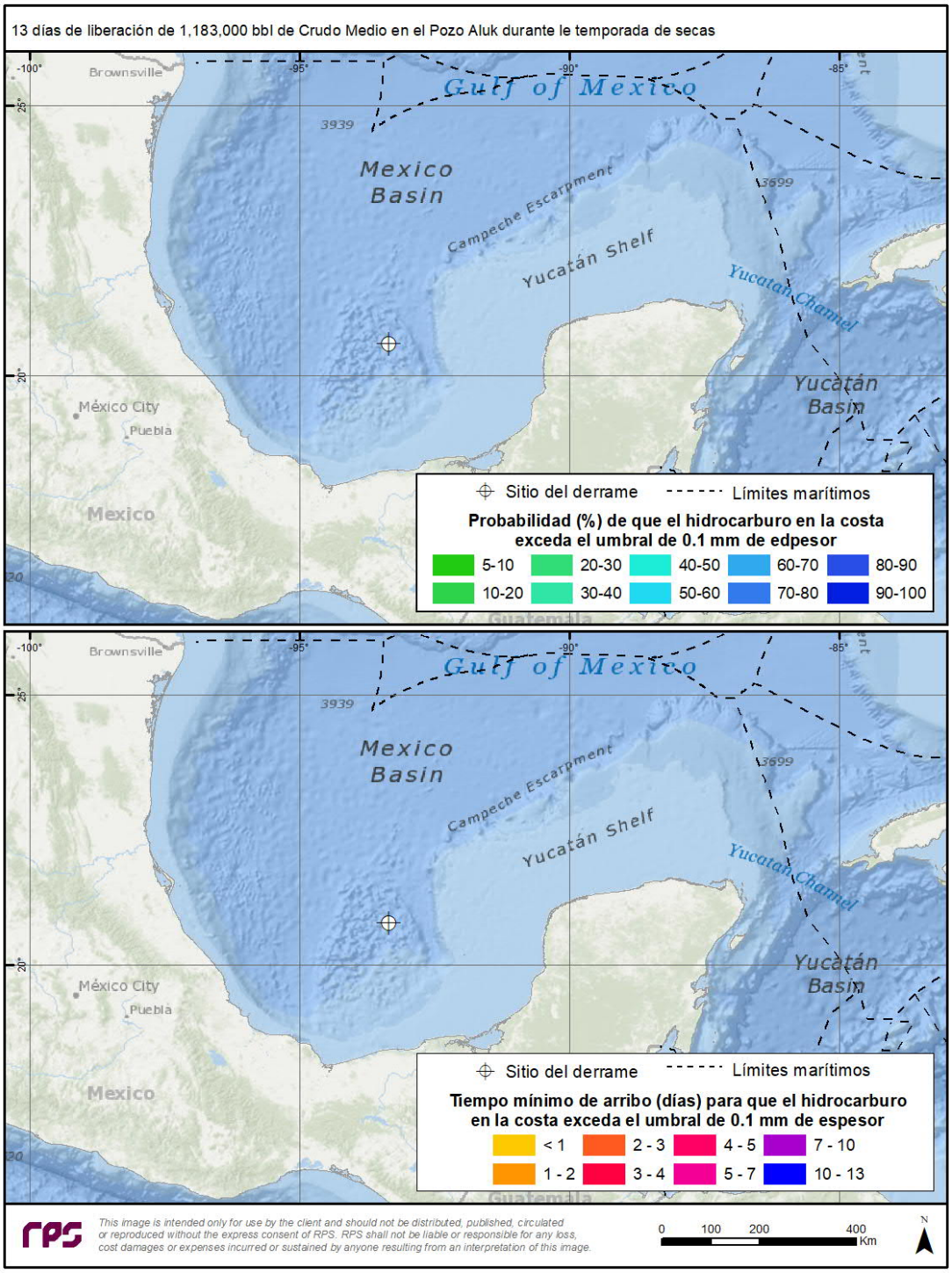
Figura 5-10. Modelación estocástica para un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

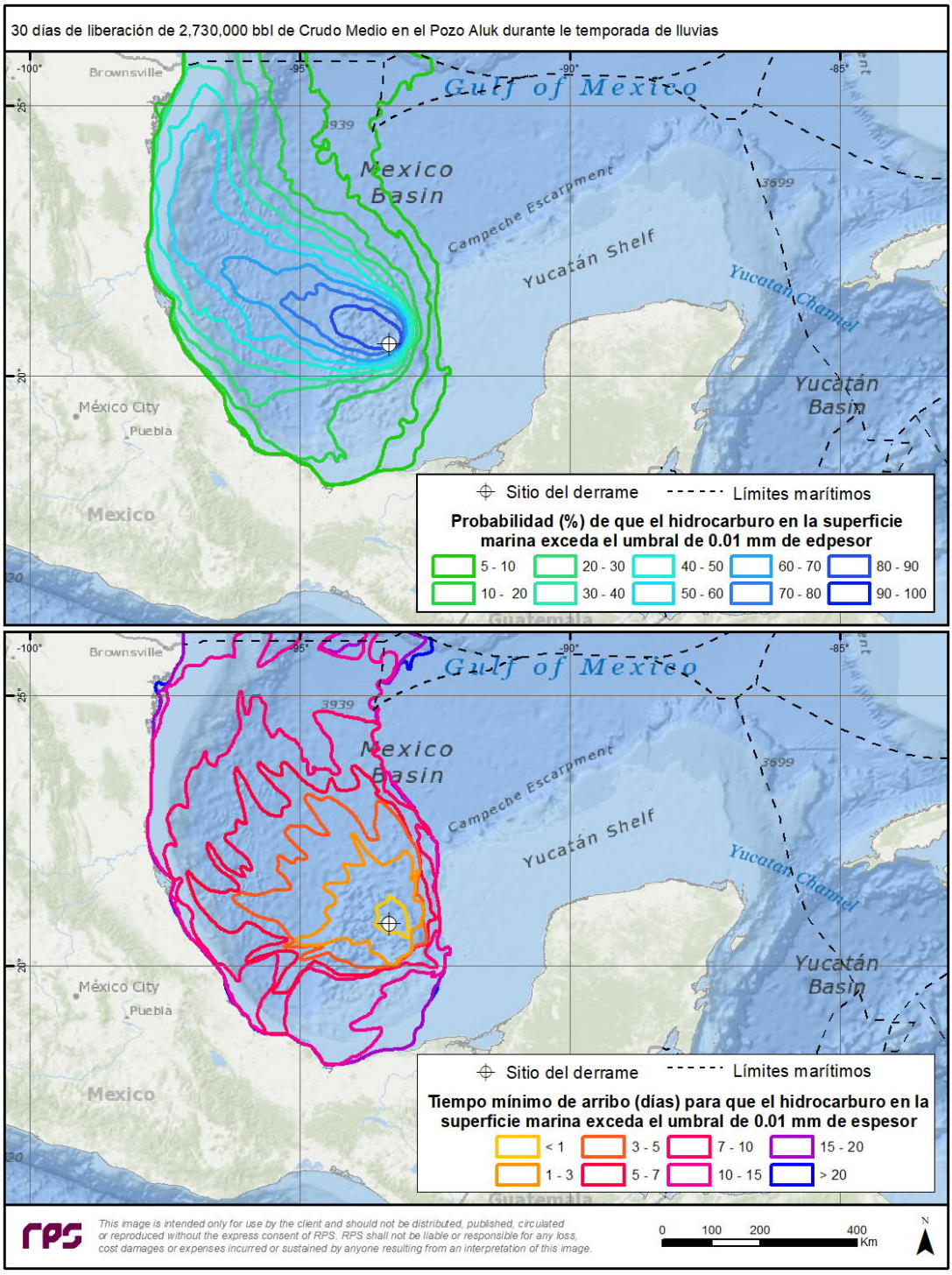
Figura 5-11. Modelación estocástica para un derrame de 1,183,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 13 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

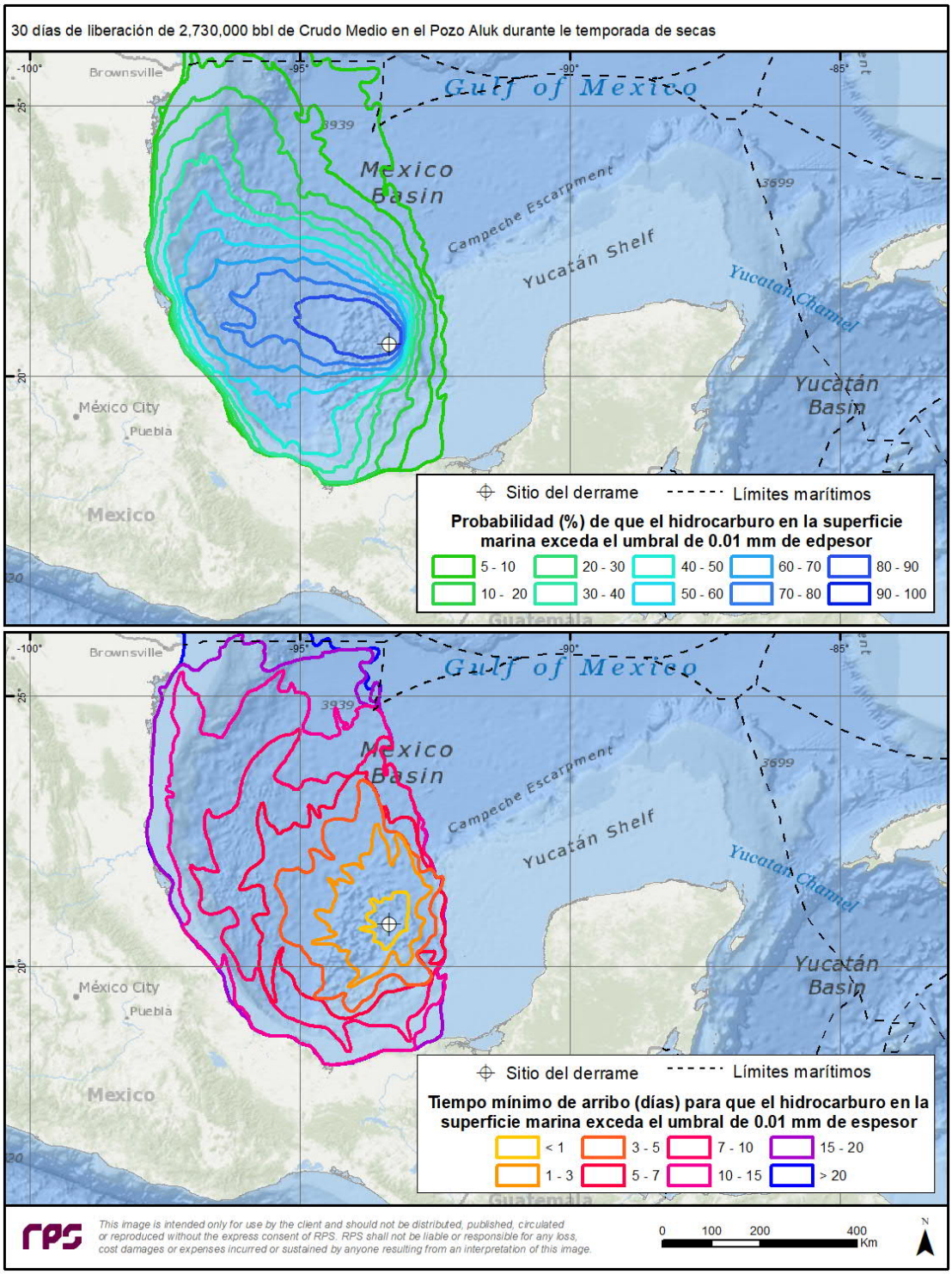
Figura 5-12. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

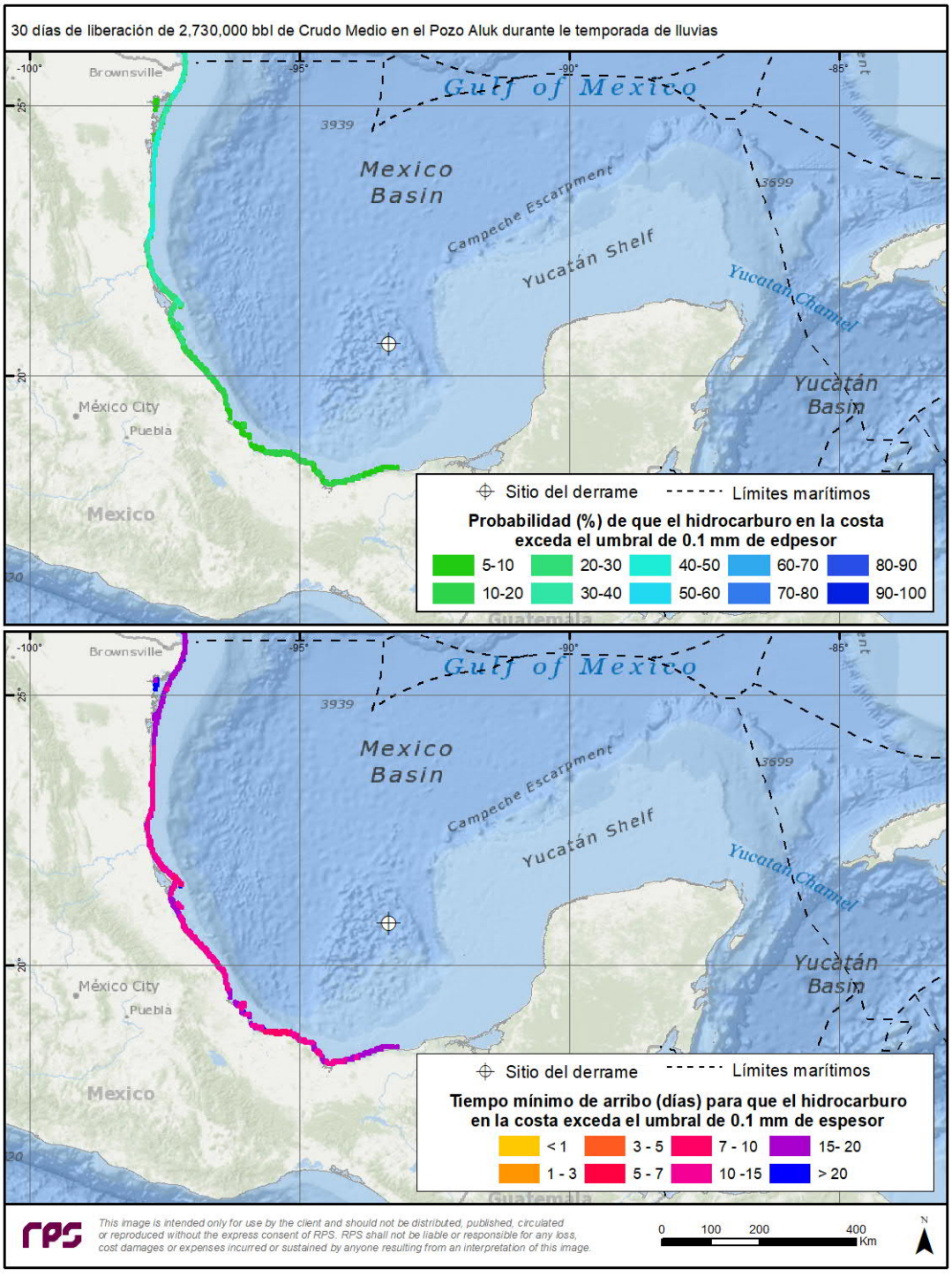
Figura 5-13. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la superficie marina (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.01 mm (10 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

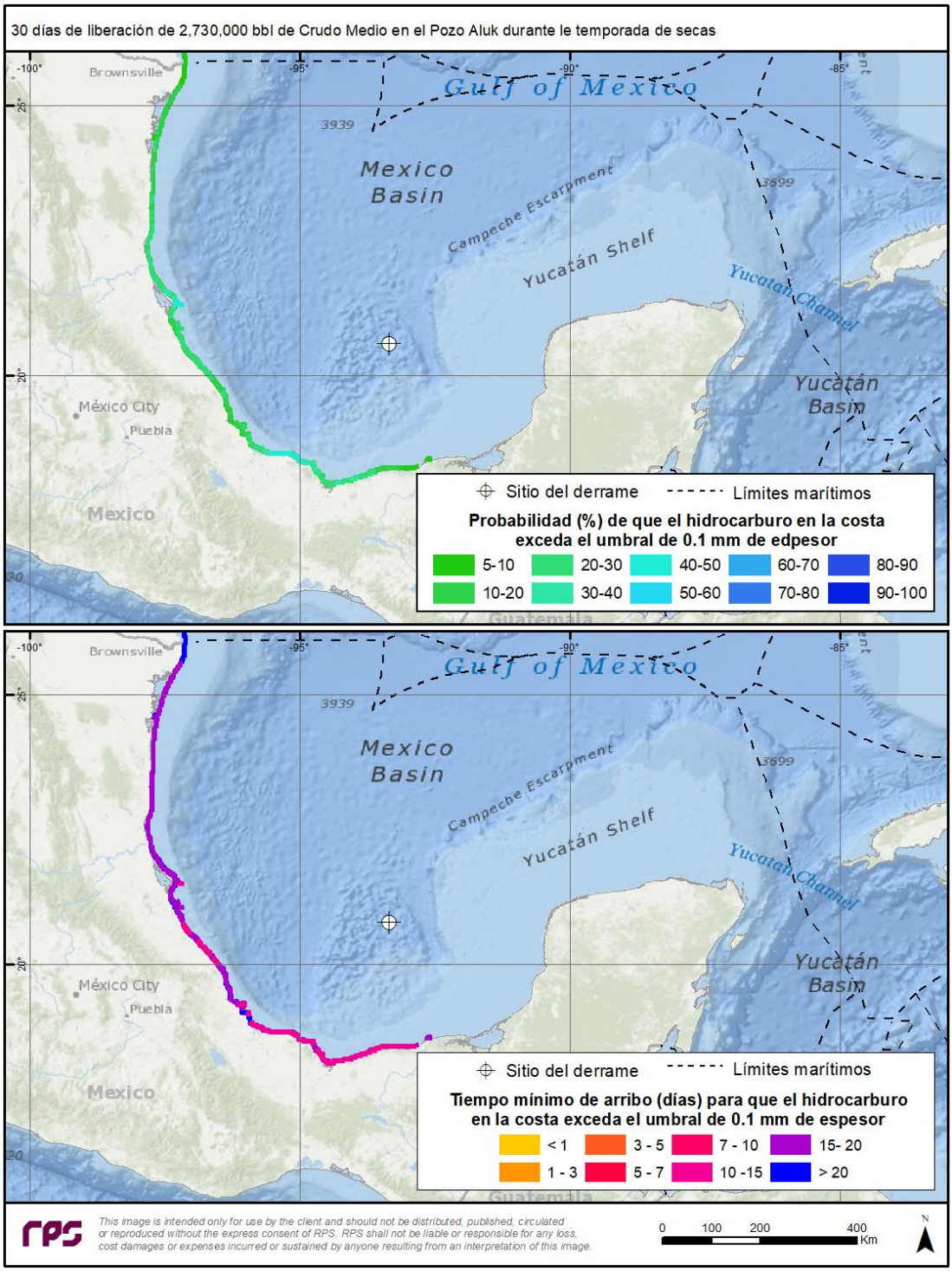
Figura 5-14. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de petróleo del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de lluvias. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

Figura 5-15. Modelación estocástica para un derrame de 2,730,000 bbl de crudo medio del Pozo Aluk en el lecho marino durante 30 días en la temporada de secas. Probabilidades de presencia de hidrocarburos en la costa (superior) y tiempos mínimos de arribo (inferior) utilizando un umbral de espesor de hidrocarburo de 0.1 mm (100 µm)



⊕ *Sitio del derrame; ---------- Límites Marítimos*

Fuente: RPS 2021

Los resultados de la modelación estocástica del derrame de hidrocarburos también se utilizaron para identificar las probabilidades y tiempos mínimos de arribo a la costa para ocho tipos de áreas sensibles: RMP, SPM, ANP, Sitios Ramsar, AICA, RHP y RTP, considerando un total de 64 áreas sensibles. Se proporciona más información en la Sección 2.2.3 del ERA realizado para el Proyecto.

5.3.3.6.4 Impacto por liberación no controlada de hidrocarburos (derrame)

Los hidrocarburos tienen el potencial de causar efectos adversos a la calidad de agua y sedimentos, flora y fauna marina y costera, incluyendo el fitoplancton, invertebrados bentónicos, peces, aves, mamíferos y tortugas marinas que pudiesen entrar en contacto con el derrame (IOTPF 2011).

También es posible una serie de procesos diferentes incluyendo un impacto directo en las pesquerías y un impacto indirecto en la salud humana a través de la cadena alimenticia, dependiendo en la escala del derrame y su proximidad a las zonas de pesca. La vulnerabilidad de los receptores marinos y costeros, incluyendo pesquerías a derrames de hidrocarburos se resume en la **Tabla 5-48**.

El resumen de los resultados de la modelación del derrame de hidrocarburos se presenta en la **Sección 5.3.3.6** y a mayor detalle en el ERA entregado junto con esta MIA. En las siguientes secciones se presenta una breve descripción de los impactos potenciales de derrames en los receptores marinos y costeros dentro del SAR.

5.3.3.6.4.1 Plancton (fitoplancton y zooplancton)

Es probable que el plancton (particularmente zooplancton, larvas de peces y huevos) sufra altos niveles de mortalidad debido a la exposición a hidrocarburos, y como tal, existe el potencial de impacto de gran alcance, particularmente a corto plazo. La abundancia de fitoplancton podría incrementar después de un derrame de hidrocarburos debido al incremento en la disponibilidad de nutrientes, mientras que el zooplancton y las larvas de peces y huevos pueden sufrir un incremento en la mortalidad debido a la toxicidad en la columna de agua, lo cual afecta toda la cadena alimenticia.

Si bien la mortalidad localizada alrededor del derrame es probable, el efecto general en las comunidades de plancton no es estadísticamente significativo y es en general a corto plazo (NRC 2003). El plancton experimenta niveles muy altos de mortalidad, predominantemente como resultado de depredación, pero naturalmente se recuperan a medida que las poblaciones no afectadas se redistribuyen en las aguas afectadas. Debido a su corta vida, son animales que se reproducen rápidamente, a menudo liberando un número muy alto de huevos y/o larvas. La recuperación, incluso a partir de impactos significativos perjudiciales puede ser relativamente corta (semanas o meses). Por lo tanto, después de un derrame, la biomasa de plancton puede disminuir, pero luego de un corto periodo (de semanas a pocos meses, dependiendo de la época del año) las poblaciones volverán a los niveles de referencia.

5.3.3.6.4.2 Invertebrados bentónicos

Es menos probable que los ambientes bentónicos en aguas muy profundas sufran por los impactos del derrame de hidrocarburos ya que el hidrocarburo flota y se esparce a lo largo de la superficie del mar. Sin embargo, las condiciones climáticas adversas pueden causar que los hidrocarburos derramados se mezclen en la columna de agua y, posteriormente, con los sólidos suspendidos que luego se hunden al fondo marino. A la llegada al lecho marino, los componentes tóxicos del hidrocarburo pueden ser letales para los organismos bentónicos (ITOPF 2011). Parte del hidrocarburo del reventón submarino se dispersará en la columna de agua y se hundirá hacia el lecho marino.

Dadas las profundidades del agua en la cercanía de la ubicación del pozo (mayores a 1,500 m), es improbable que los derrames menores resulten en impactos de alta severidad, particularmente, porque las corrientes de agua dispersarán el derrame rápidamente. Sin embargo, un gran derrame podría resultar en el hundimiento del hidrocarburo hacia los hábitats bentónicos de aguas profundas, particularmente si ocurre durante condiciones climáticas de tormenta, pero los impactos costa afuera son generalmente menos significativos que aquellos donde el hidrocarburo alcanza hábitats costeros.

Los efectos en el lecho marino incluyen toxicidad aguda, enriquecimiento en materia orgánica y posible asfixia, con los siguientes impactos potenciales en los invertebrados bentónicos y sus comunidades:

(i) Mortandad rápida de especies sensibles, tales como crustáceos, anfípodos y bivalvos;
(ii) Un periodo de reducción de poblaciones y abundancia de especies; y
(iii) Un periodo de alteración en la estructura de la comunidad con incremento en la abundancia de especies oportunistas.

Los corales de aguas someras también son altamente sensibles y pueden tomar mucho tiempo para recuperarse de los efectos de un derrame de hidrocarburos, especialmente cuando son asfixiados (IOTPF 2011). En aguas costeras, los corales están en mayor riesgo cuando el derrame es en aguas turbulentas ya que las olas rompen y fomentan la dispersión y deposición. A pesar de que los corales de agua fría están restringidos a aguas más profundas, un derrame podría resultar en una mancha de brillo que se extiende sobre un área considerable, que puede romperse y reducirse por la acción de las olas y/o el empuje de la propela de los buques de suministros, incrementando la deposición en la comunidad bentónica.

El tiempo de recuperación para los bentos variará dependiendo de las condiciones ambientales y las especies afectadas. En el caso del reventón, donde el hidrocarburo se dispersa al inicio rápidamente, el impacto al medio bentónico dependerá de las condiciones climáticas y los niveles de suspensión de los sedimentos dentro de la columna de agua en dicho momento.

El modelo de derrame de hidrocarburos indica que el hidrocarburo de un reventón llegara a las costas mexicanas, por lo tanto, es probable que, en caso de un reventón, los hábitats bentónicos dentro del SAR sufran impactos significativos en la fauna y flora marina incluyendo asfixia, toxicidad y mortandad.

Por lo anterior, se determinó que la significancia del impacto en las comunidades planctónicas y bentónicas por el reventón de un pozo es **moderada**.

5.3.3.6.4.3 Peces

El impacto potencial de un derrame de hidrocarburos en peces puede incluir daño físico (afectación de las branquias) y efectos tóxicos (por la ingesta de componentes tóxicos volátiles del crudo). Las poblaciones de peces son más sensibles a la contaminación por hidrocarburos en aguas someras que en aguas profundas, donde las concentraciones de hidrocarburos son típicamente más elevadas en la columna superior.

Se puede asumir que algunos de los peces adultos evitaran el área de derrame, aunque en aguas muy someras, los peces podrían estar más restringidos entre el lecho marino y los hidrocarburos en la superficie, por lo que es probable que los impactos sean más extensos e involucren más peces mientras mayor sea el derrame. El comportamiento de evasión ante el derrame puede afectar sus rutas migratorias o los patrones de desove en algunos peces. Cuando se han registrado muertes, generalmente se asocian con altos niveles de afectación de la superficie, en condiciones de tormenta, cuando la mezcla aumenta la presencia de compuestos de hidrocarburo en la columna de agua.

Los peces que han estado expuestos a hidrocarburos podrían sufrir cambios en la frecuencia cardiaca y respiratoria, hígados agrandados, reducción en el crecimiento, erosión de las aletas y una variedad de efectos a nivel bioquímico y celular. La toxicidad de los hidrocarburos también puede afectar negativamente la capacidad reproductiva y/o dar lugar a crías deformadas. Los impactos a largo plazo de un derrame de hidrocarburos han mostrado daños genéticos, deformidades físicas, menor abundancia y crecimiento y supervivencia comprometida en algunas etapas de la vida.

Las larvas y huevos de peces son más vulnerables a la contaminación de hidrocarburos que los adultos. Varias especies, durante esta etapa, flotan hacia la superficie donde es más probable que entren en contacto con hidrocarburos derramados. Sin embargo, la mayoría de los peces tienen zonas de desove extensivas y producen una gran cantidad de huevos, en consecuencia, es improbable que haya algún efecto en los números de las poblaciones adultas. La reserva podría estar en riesgo por un derrame si es de gran extensión y coincide con los periodos de desove.

5.3.3.6.4.4 Aves

La mayoría de las aves en México estarán presentes a lo largo de la línea costera. Las modelaciones presentadas en la **Figura 5-15** muestran que en caso de un derrame de hidrocarburos sin mitigación causado por un reventón, existe el potencial de alcanzar la costa, donde la concentración de aves es mucho más alta que la de la ubicación del pozo costa afuera, por lo que podrían ser afectadas en mayor medida. También hay varias especies de aves, incluyendo charranes y gaviotas, que se alimentan en las áreas costa afuera y podrían ser vulnerables a los derrames de hidrocarburos, particularmente al petróleo crudo, aunque la densidad de los animales será más baja.

La afectación de su plumaje es el impacto más obvio, aunque la ingesta de hidrocarburo también puede suceder. Cuando esto ocurre, la capa aislante es afectada, lo que resulta en el contacto directo de la piel con el agua de mar. En estas condiciones, las aves pierden flotabilidad y la habilidad de despegar en búsqueda de alimento y/o escape de depredadores. El plumaje afectado también lleva a la pérdida de calor corporal, poniendo a las aves en riesgo de hipotermia, ocasionando que las reservas de grasa debajo de la piel se agoten durante los intentos de mantener el calor. Finalmente, las aves sufrirían de frío, agotamiento y pérdida de flotabilidad por lo que podrían ahogarse. Se han observado altos niveles de mortandad en aves después de derrames de hidrocarburos (Munilla *et al*. 2011).

En su esfuerzo por limpiarse el hidrocarburo, las aves podrían inhalar o ingerir hidrocarburo (Tran *et al*. 2014). Ya que los hidrocarburos son tóxicos, esto podría resultar en lesiones y efectos a la salud graves como neumonía, pulmones congestionados, hemorragias intestinales o pulmonares, y daño de riñón o hígado.

Los hidrocarburos también podrían afectar la reproducción de las aves, los hidrocarburos en el plumaje del ave que está desovando podría pasar a través de los poros del cascarón y matar el embrión o provocar malformaciones (Leighton 1995). Esto incluye el adelgazamiento del cascarón, falla en la eclosión y anormalidades en el desarrollo.

Dada la ubicación de algunas áreas de protección importantes a lo largo de la costa, un gran número de aves que anidan y crían podrían verse afectadas, ya que el modelo del derrame de hidrocarburos sin mitigaciones indica que es muy probable que una mancha de petróleo de un reventón de pozo llegue a la costa dentro del SAR. Dependiendo en la temporada del año esto podría resultar en la mortalidad masiva y efectos en las poblaciones de corto a mediano plazo.

5.3.3.6.4.5 Mamíferos marinos

Los cetáceos en el área podrían estar en riesgo por los hidrocarburos derramados ya que los cetáceos emergen para respirar. Los impactos potenciales podrían incluir daños físicos (afectación de la piel, daño a los tejidos nasales y ojos) y efectos tóxicos (debido a la ingesta/inhalación de componentes tóxicos volátiles del petróleo) (Etkin 1997).

El volumen esperado de un derrame mayor (por ejemplo, reventón de pozo) y el tamaño relativamente grande de la mancha aumentaría el potencial de contacto con los mamíferos marinos en las aguas costeras dentro del SAR, en comparación con los derrames más pequeños del buque de perforación o de los OSV. Durante los derrames de hidrocarburos, los mamíferos marinos están en riesgo agudo de exposición al hidrocarburo a través de inhalación, contacto o ingestión (directa o a través de una presa contaminada) durante sus comportamientos normales en la superficie como respiración, descanso, socialización, alimentación y tránsito (Jarvela Rosenberger *et al.* 2017). Aunque algunos mamíferos marinos pueden tener la habilidad de detectar hidrocarburos, no es común que eviten el contacto con superficie, agua o costas contaminadas con hidrocarburos (Smultea y Wursig 1995; Matkin *et al*. 2008).

La probabilidad del contacto físico con hidrocarburos derramados depende de las características del hidrocarburo y el comportamiento del mamífero marino. Es improbable que el contacto físico con el hidrocarburo a corto plazo resulte en recubrimiento u otros problemas importantes en la piel (Helm *et al*. 2015).

Los vapores de los hidrocarburos también pueden amenazar la salud de un mamífero marino (Jarvela Rosenberger *et al.* 2017). La inhalación de los vapores puede provocar letargo e intoxicación, irritar y dañar los tejidos blandos, como las membranas mucosas de los ojos y las vías respiratorias. Como los mamíferos marinos respiran desde la capa de aire sobre el agua, su exposición a tales vapores puede ser significativa. Las concentraciones de vapores

en las primeras horas después del derrame podrían alcanzar niveles críticos para los animales atrapados dentro de las áreas con el derrame, habiéndose registrado muertes por vapores de hidrocarburos (Venn-Watson *et al*. 2015).

5.3.3.6.4.6 Tortugas marinas

Se conocen cinco especies de tortugas marinas en las aguas mexicanas y hay varias ubicaciones a lo largo de la costa mexicana conocidos por que proporcionan sitios de anidación estacionales dentro del SAR. Los sitios de anidación más cercanos se ubican en Cayo Arcas, aproximadamente a 130 km al sureste del Área Contractual. Durante la temporada de reproducción, las tortugas pueden estar presentes en las aguas costeras para aparearse antes de anidar y existe la posibilidad de interacción con hidrocarburos derramados. El período clave para estas agregaciones es durante los meses de verano para todas las especies y se reporta que las tortugas que eclosionan están presentes potencialmente todo el año.

Varios aspectos de la biología y comportamiento de las tortugas marinas evidencian que están en particular riesgo ante un derrame de hidrocarburos, incluida la falta de comportamiento de evasión, alimentación indiscriminada en zonas de convergencia y grandes inhalaciones antes de la inmersión. Las tortugas son altamente sensibles a sustancias químicas como el petróleo y son vulnerables a los efectos de los hidrocarburos en todas las etapas de la vida: incluyendo el aumento de la mortandad de los huevos y defectos en el desarrollo, la mortandad directa por afectación por hidrocarburos en las crías, juveniles y adultos; e impactos negativos en la piel, la sangre, el sistema digestivo e inmunológico y las glándulas de sal (Milton *et al.* 2003).

Las modelaciones presentadas de la **Figura 5-8** a la **Figura 5-15** muestran que un derrame de hidrocarburos sin mitigación causado por un reventón tiene el potencial de alcanzar la costa donde hay playas de anidación (si no se implementa una estrategia de respuesta inicial, que no sería el caso). El impacto en la costa donde el hidrocarburo se estanca en los sitios de anidación puede incluir la pérdida de huevos y eclosiones. Si el hidrocarburo llega a aguas poco profundas donde se espera que los adultos se congreguen para aparearse, también se espera que suceda su mortalidad. Por lo tanto, el impacto de un reventón podría resultar en impactos a largo plazo en los niveles de población, ya que se podrían perder varias generaciones de tortugas, especialmente donde la contaminación permanece en los sedimentos de las playas de anidación que afectan la supervivencia de los huevos y las tasas de incubación durante varios años.

Con base en la severidad del impacto en las comunidades de vertebrados, se determinó que la significancia del impacto en estas comunidades por el reventón de un pozo es **mayor**.

5.3.3.6.4.7 Pesquerías

El impacto en las pesquerías reflejaría el impacto en los peces y la presencia de etapas juveniles en el momento del derrame, ya que son más susceptibles a niveles relativamente bajos de hidrocarburo dentro de la columna de agua y es menos probable que puedan alejarse. Cualquier impacto en las etapas juveniles podría afectar el reclutamiento a corto y mediano plazo para futuras reservas. Los peces expuestos al hidrocarburo como resultado de un derrame o reventón pueden "contaminarse", lo que se define como dar a los peces un sabor u olor a hidrocarburo.

Se piensa que las especies comerciales que generalmente son libres como se mencionó anteriormente, evitan activamente cualquier hidrocarburo. Por esta razón, se cree que las especies de peces comerciales en mar abierto son menos vulnerables a la contaminación.

Un derrame podría afectar la capacidad de la flota pesquera comercial para acceder a las zonas de pesca. En derrames considerables, podría haber una zona de exclusión alrededor del área del derrame para coordinar la actividad de respuesta al derrame. Sin embargo, esto tendrá una duración limitada al tiempo requerido para que se lleve a cabo la actividad de respuesta. Se alertaría a la industria pesquera sobre el derrame y se aconsejaría evitar el área para que la flota pesquera comercial pueda utilizar zonas de pesca alternativas durante este tiempo.

En caso de encontrarse indicios de contaminación en los peces por un derrame de hidrocarburos, cualquier restricción impuesta por la autoridad a las actividades pesqueras podría resultar en un impacto financiero perjudicial

sobre las pesquerías locales. Igualmente, la falta de restricciones oportunas, o la pesca ilegal, puede crear un riesgo para la salud humana debido al consumo de productos contaminados.

A más largo plazo, los productos pesqueros que los consumidores asocian con las áreas afectadas por un gran derrame se volverían menos comercializables. Esto solo es probable que ocurra para derrames más sustanciales que perduren durante un período prolongado y que reciban una amplia atención de los medios. En un caso extremo donde existe una preocupación constante por la seguridad alimentaria, los reguladores nacionales podrían imponer restricciones a toda la pesca comercial en dicha área afectada.

Cualquier impacto en la venta de recursos marinos tendría un impacto en los servicios de apoyo, incluidas las instalaciones portuarias y las plantas de procesamiento, por lo tanto, la significancia del impacto se determinó como **mayor**.

5.3.3.6.4.8 Áreas de importancia para la conservación

No hay sitios designados o protegidos en las aguas profundas del Golfo de México. Sin embargo, hay un número significativo de áreas sensibles en la línea costera como se describe en el **Capítulo 4** y el modelo de derrame de hidrocarburos indica que hay una probabilidad de que el hidrocarburo llegue a la costa en varias de estas. El impacto potencial de un reventón es considerado de significancia **Mayor** para estas áreas sensibles.

5.3.3.6.4.9 Resumen de la evaluación del impacto

La **Tabla 5-48** resume la evaluación de impactos asociada con el reventón del pozo.

Tabla 5-48. Evaluación de Impacto: vertimiento accidental de hidrocarburos en un reventón de pozo

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en plancton y comunidades bentónicas (incluyendo corales en aguas someras)	Operación	IMPROBABLE	MEDIA	MODERADA
Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en peces, aves, mamíferos marinos y tortugas		IMPROBABLE	ALTA	MAYOR
Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en pesquerías		IMPROBABLE	ALTA	MAYOR
Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en áreas de conservación e importancia ecológica		IMPROBABLE	ALTA	MAYOR

Fuente: AECOM 2021

Las medidas preventivas y planeación de contingencia para el reventón de un pozo se describen en el **Capítulo 6** así como en el ERA entregado junto con esta MIA-R.

5.3.3.7 Venteo de gas hidrocarburo

En el caso improbable de una falla en el control del pozo que permita la entrada de gas al pozo, este se desviaría del buque de perforación y se incineraría con un quemador. En el caso improbable de que la llama en estos quemadores se apague, el gas hidrocarburo se descargaría a la atmósfera hasta que la llama vuelva a encenderse. Durante los pocos minutos que se libera el gas sin quemar, aumentará la cantidad de emisiones de GEI del Proyecto y reducirá la calidad del aire local.

Estas emisiones se producirán en la ubicación de perforación al menos a 234 km de la parte continental de México y se espera que los contaminantes se dispersen rápidamente debido a las buenas condiciones para la dispersión aérea en la ubicación costa afuera. Las cantidades de gas de hidrocarburo venteado solo equivaldrían a una proporción extremadamente pequeña de las emisiones de GEI anuales nacionales generales, por lo que la

severidad del impacto se considera **Insignificante**. La **Tabla 5-49** muestra un resumen de la evaluación de impacto.

Tabla 5-49. Evaluación de Impacto: venteo de gas hidrocarburo

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Venteo de gas hidrocarburo – impacto en la calidad del aire	Operación	IMPROBABLE	INSIGNIFICANTE	INSIGNIFICANTE

Fuente: AECOM 2021

5.3.3.8 Descarga accidental de agua de lastre al mar

Las especies marinas invasoras (EMI) presentes en la columna de agua pueden recolectarse con la toma de agua de mar y sobreviven dentro de los tanques de lastre.

El agua de lastre del buque de perforación permanecerá almacenada por meses e incluso años, antes de ser descargada al mar, por lo que no ocurrirá una descarga diaria y probablemente no ocurra una descarga durante la vida útil del Proyecto. Sin embargo, en caso de que hubiera una descarga no planeada o accidental, las especies marinas podrían ser reubicadas y descargadas con el agua de lastre en el SAR. Esto puede conducir a la introducción de EMI si las condiciones ambientales en el punto de liberación son adecuadas. Con base en esto, la severidad es clasificada como Media. La **Tabla 5-50** proporciona un resumen de la evaluación de impacto.

Todos los buques del Proyecto (como se requiere o aplica para esta clase de buques) cumplirán con el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques de la OMI (OMI 2004). Durante el Proyecto, el buque de perforación permanecerá costa afuera. No está planeado que el buque de perforación entre en aguas cercanas a la costa de México. Si el buque de perforación proviene de afuera del territorio mexicano, es probable que el lastre se intercambie en tránsito en aguas internacionales o, si se encuentra en México, al menos a 200 mn de la costa.

Este impacto se considera como improbable a lo largo del Proyecto, con una severidad media, por lo que la significancia del impacto se considera **moderada**.

Tabla 5-50. Evaluación de Impacto: descarga accidental de agua de lastre al mar

Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Impacto Potencial		
		Probabilidad	Severidad	Significancia del Impacto
Descarga de agua de lastre que contenga EMI- impacto a la fauna y flora existente	Operación	IMPROBABLE	MEDIA	MODERADA

Fuente: AECOM 2021

5.4 Impactos residuales

Los impactos residuales son identificados como aquellos impactos que permanecen después de haber llevado a cabo la implementación de las medidas de mitigación. En el Anexo 8.2.11 se incluye una lista completa de los impactos residuales identificados para el Proyecto.

5.5 Impactos sinérgicos

Según el Artículo 3 del R LGEEPA, los impactos sinérgicos abarcan efectos que pueden resultar de acciones individualmente menores pero que colectivamente se vuelven significativas, éstos pueden ocurrir de manera simultánea, secuencial o interactiva, y se puede predecir que tendrán lugar durante un período determinado. Esta

sección se enfoca en el potencial de los diferentes impactos del Proyecto para interactuar entre sí y crear un impacto mayor sobre un receptor existente en comparación con el impacto que podrían ejercer de manera individual.

5.5.1 Criterios de evaluación y metodología para los impactos sinérgicos

Como se establece en la Guía de la SEMARNAT (2008), el impacto sinérgico es aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto de la suma de las incidencias individuales, contempladas aisladamente. Las interacciones entre los impactos residuales separados asociados con el Proyecto, por ejemplo, donde el sonido submarino, el sonido ambiente y los impactos en la calidad del aire pueden ser aceptables por separado, pero en conjunto pueden tener el potencial de causar un impacto mayor que cuando se consideran de forma aislada.

La evaluación solo considera los impactos del Proyecto residuales de significancia Moderada o Alta. La evaluación toma en cuenta qué receptores se ven afectados, su ubicación y la superposición espacial y temporal de las actividades y los impactos asociados (la superposición espacial y temporal se analiza con mayor detalle en la **Sección 5.2.4**).

Debido a la naturaleza de los impactos sinérgicos, la evaluación de su significancia se ha realizado sobre una base cualitativa y descriptiva utilizando el criterio de expertos.

5.5.2 Suma de los impactos sinérgicos

Como se describe en la **Sección 5.3** se espera que los posibles impactos adversos del Proyecto sean principalmente de corta duración y se extiendan principalmente alrededor del área inmediata de una determinada actividad del Proyecto. La mayoría de los impactos relacionados con el SAR marino también ocurrirán en un lugar aislado donde existen pocos receptores sensibles que están permanentemente presentes. Debido a la naturaleza de los impactos residuales planeados del Proyecto (discutidos con más detalle en el **Capítulo 6**), se considera improbable el potencial de interacciones sinérgicas o combinadas del Proyecto que podrían dar lugar a efectos en el entorno receptor. Por ejemplo, las descargas al mar, es decir, las descargas de perforación y cemento que considera el Proyecto no son lo suficientemente persistentes, ya sea espacial o temporalmente para causar conjuntamente impactos sinérgicos significativos. Del mismo modo, no se espera que los impactos de sonido y luz en receptores particulares dentro del SAR marino conduzcan conjuntamente a un mayor nivel de impacto residual al identificado en la evaluación de impacto residual proporcionada en el **Capítulo 6**.

Dentro del SAR, los impactos combinados asociados con el Proyecto en relación con las emisiones al aire, el sonido en el aire y la intrusión visual serán indistinguibles de los niveles actuales provocados por las operaciones existentes en los puertos o en el camino hacia las instalaciones de desecho de residuos y, por lo tanto, no hay un impacto sinérgico significativo esperado.

5.6 Impactos acumulativos

5.6.1 Introducción

Una parte clave de la MIA-R es la evaluación de impactos acumulativos en el SAR y cómo el Proyecto puede magnificar el nivel de acumulación de impactos y/o efectos residuales. La SEMARNAT (2008) define un impacto ambiental acumulativo como “El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.” Dichas interacciones pueden resultar en un impacto mayor (en términos de extensión espacial o duración) o un impacto diferente (dependiente de la interacción de impactos) cuando se compara con los impactos relacionados al Proyecto de forma individual. Un impacto puede ser grande o incluso relativamente pequeño cuando se considera al Proyecto por sí solo, pero puede ser magnificado en combinación con los impactos de proyectos pasados, existentes y/o previsibles y sus actividades asociadas. La metodología seguida para la Evaluación de Impactos Acumulativos (CIA, por sus siglas en inglés) se describe posteriormente.

5.6.2 Criterios de evaluación y metodología para los impactos acumulativos

Las interacciones con otras acciones pueden resultar en un impacto mayor (en términos de extensión o duración espacial) o diferente (dependiendo de la interacción de impacto), en comparación con los impactos residuales relacionados con el Proyecto solo. Un impacto puede ser grande o incluso relativamente pequeño cuando se considera el Proyecto por sí solo, pero se puede magnificar en combinación con los impactos de otros desarrollos pasados, existentes y/o razonablemente previsibles y sus actividades asociadas.

La CIA inicialmente considera el potencial de interacción de impacto en los receptores y la acumulación en términos de los siguientes criterios:

- **Superposición Temporal** – los impactos se sobreponen o se acercan tanto en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que ocurra el siguiente; y/o
- **Superposición de Espacio** – los impactos se sobreponen o se acercan tanto en el espacio que sus efectos se sobreponen.

En la **Sección 5.6.5** se presenta una lista de otros proyectos que probablemente se desarrollarán cerca del Área Contractual. Cuando existe un potencial de interacción y efectos acumulativos, se presenta una evaluación cualitativa y se identifica la significancia del impacto acumulativo.

5.6.2.1 Etapas clave de la evaluación de impactos acumulativos

La CIA se describe en el Manual de Buenas Prácticas de la IFC de la siguiente manera: “Es el proceso de: (a) analizar los impactos y riesgos potenciales de los desarrollos propuestos en el contexto de los efectos potenciales y de otras actividades humanas y factores ambientales externos naturales y sociales en los Componentes Sociales y Ambientales Valorados (VEC, por sus siglas en inglés) elegidos a lo largo del tiempo, y (b) proponer medidas concretas para evitar, reducir o mitigar dichos impactos y riesgos acumulativos en la medida de lo posible”.

El enfoque recomendado por la IFC para la CIA se centra en los efectos sobre los VEC que son atributos ambientales y sociales que se consideran importantes para evaluar los efectos de los desarrollos.

En resumen, la CIA involucra las siguientes etapas clave, cada una de las cuales se describe en las siguientes secciones de este Capítulo:

- Definir alcance espacial y temporal;
- Identificar los VEC a ser considerados en la CIA;
- Identificar otros desarrollos a ser cubiertos por la CIA;
- Revisar los datos de línea de base existentes para describir la condición de los VEC;
- Evaluar los impactos acumulativos;
- Definir y acordar medidas de mitigación y gestión (**Capítulo 6**); y
- Reporte de los resultados de la CIA en esta MIA (presentada en la **Sección 5.6.6**).

5.6.2.1.1 Alcance espacial y temporal

La guía de la CIA sugiere que los límites espaciales deben abarcar los posibles efectos ambientales en los VEC seleccionados del Proyecto designado en combinación con otros desarrollos que se han realizado. Los límites temporales deben enfocarse en períodos pasados, presentes y razonablemente futuros, en consideración al cronograma de un Proyecto. La **Sección 5.6.3**, proporciona una descripción general del alcance espacial y temporal considerado para la CIA de este Proyecto.

5.6.2.1.2 Identificación de VEC

Los VEC son sinónimo de los receptores ambientales, biológicos y sociales que se han considerado en la MIA-R, estos se definen a través de sus atributos ambientales y sociales, tales como:

- Características físicas, hábitats, poblaciones de vida silvestre;
- Servicios ambientales;
- Procesos naturales;
- Condiciones sociales; y
- Aspectos culturales.

La **Tabla 5-1** proporciona la lista de los receptores clave que se han considerado para la MIA-R. Estas, junto con las consideraciones enumeradas a continuación, se han utilizado para ayudar a identificar el conjunto VEC prioritarios para la CIA. Las consideraciones incluyen:

- Si se prevé o no que el Proyecto tenga un impacto adverso en los VEC (los que están sujetos a los impactos insignificantes del Proyecto no son considerados por la CIA);
- Si existe o no el potencial de que otros desarrollos (como se describe en la **Sección 5.6.5**) también tengan un impacto en los mismos VEC dentro del área de estudio y produzcan un impacto acumulativo; y
- Si se debe o no dar prioridad al VEC con relación a las inquietudes de los actores de interés particulares o se debe priorizar porque están en mal estado, está amenazado o está decayendo hacia un estado insostenible.

La **Sección 5.6.4.1,** proporciona una lista de VEC relevantes identificados para la evaluación de la CIA.

5.6.2.1.3 Lista inicial de otros desarrollos y actividades cubiertas por la CIA

La CIA considerará los efectos acumulativos de varias actividades en los VEC prioritarios seleccionados de los impactos residuales identificados del Proyecto, junto con los efectos de otros desarrollos relevantes dentro del área de estudio de la CIA, según lo establecido en la **Sección 5.6.5**.

Se debe reconocer que la información disponible sobre muchos desarrollos puede ser limitada en detalle o puede ser confidencial. Solo los desarrollos que tienen una alta probabilidad de desarrollarse han sido incluidos en la evaluación. La inclusión de desarrollos supuestos disminuiría la exactitud de la evaluación y, por lo tanto, daría como resultado una evaluación menos enfocada y precisa. También se debe tener en cuenta que el momento en el que ocurrirán los otros acontecimientos es incierto; por lo tanto, vincularlos al calendario provisional del Proyecto puede ser complicado. La **Sección 5.6.5,** proporciona una visión general de los otros desarrollos que se consideran como parte de la CIA.

5.6.2.1.4 Método de evaluación de la CIA

La evaluación de los impactos acumulados en los VEC se llevó a cabo en tres etapas clave:

1. Contexto establecido para los efectos acumulativos;
2. Determinar si los efectos ambientales y socioeconómicos específicos del Proyecto interactúan en el espacio y el tiempo con los efectos ambientales y socioeconómicos de otras actividades físicas; y
3. Evaluar los efectos ambientales y socioeconómicos acumulativos y la contribución del Proyecto a ellos.

5.6.2.1.5 Establecimiento del contexto para los efectos acumulativos

Las condiciones ambientales existentes para el entorno físico marino, el entorno biológico marino y el entorno socioeconómico se han debido, en parte, a los efectos ambientales acumulativos de las actividades antropogénicas históricas previamente realizadas en el área de estudio y las actividades físicas en curso que se están llevando a cabo actualmente, así como por procesos naturales.

Así mismo, las actividades físicas futuras en el área de estudio podrían influir en las condiciones ambientales futuras. El **Capítulo 4** proporciona una amplia gama de información que describe las condiciones de línea de base existentes para caracterizar la configuración del Proyecto dentro del SAR, respalda la comprensión del entorno

receptor y proporciona un contexto suficiente para permitir una comprensión de cómo las condiciones ambientales actuales pueden verse afectadas por el Proyecto en combinación con otras actividades físicas pasadas, presentes y futuras.

5.6.2.1.6 Determinación de posibles interacciones acumulativas

Las siguientes dos consideraciones con respecto a cada VEC se utilizan como criterios para determinar si el Proyecto tiene potencial para interactuar con otra actividad física y pueden contribuir a los efectos ambientales acumulativos:

1. El Proyecto podría resultar en un efecto ambiental residual demostrable o medible (por ejemplo, menor o mayor) en el VEC según lo determine la MIA-R; y
2. Si es probable que el efecto ambiental residual del Proyecto actúe de manera acumulativa con el efecto ambiental residual de otro desarrollo pasado, presente o futuro (por ejemplo, los efectos ambientales residuales del Proyecto y los otros desarrollos se superponen espacial y temporalmente).

No se justifica una evaluación de los efectos ambientales acumulativos para ningún VEC dado, a menos que se cumplan los dos criterios anteriores.

5.6.2.1.7 Evaluación de los efectos ambientales acumulativos

Cuando se cumplen los dos criterios en la **Sección 5.6.2.1.6** para un VEC, la evaluación de los efectos ambientales acumulativos considera cómo los efectos ambientales residuales del Proyecto pueden contribuir a cambios en el VEC además de los efectos ambientales residuales de otros desarrollos.

Para cada VEC se proporciona lo siguiente:

- Un resumen de las condiciones de referencia para el VEC prioritario seleccionado;
- Un resumen de los impactos del Proyecto en los VEC basado en los resultados de la MIA-R;
- Una descripción de los efectos potenciales de otros desarrollos en el VEC; y
- Una declaración sobre los posibles efectos acumulativos en los VEC.

La significancia de los posibles efectos ambientales acumulativos se determina en función de los mismos umbrales utilizados para la evaluación de los impactos ambientales relacionados con el Proyecto, cuando se cuente con suficiente información disponible. De esta manera, se puede hacer una comparación directa entre los impactos del Proyecto y los impactos acumulativos.

Seguido de la determinación de la significancia, se recomienda el monitoreo de seguimiento cuando sea necesario, para verificar las predicciones de los efectos ambientales acumulativos o para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas.

5.6.2.1.8 Limitaciones y recomendaciones

La evaluación de impactos acumulativos implica la evaluación de los efectos de múltiples desarrollos y también considera otras actividades y factores ambientales y sociales que afectan a los VEC en un área de estudio determinada. Las acciones necesarias para evitar o mitigar los impactos acumulativos en los VEC que resultan de estos múltiples desarrollos y actividades están más allá de la capacidad del Proyecto para implementarse de forma aislada. La CIA efectiva, por lo tanto, requiere un enfoque de colaboración entre múltiples actores de interés donde se identifiquen los impactos adversos significativos. Por esta razón las buenas prácticas de la IFC, recomiendan que los gobiernos y los planificadores regionales tengan la última responsabilidad de la CIA.

5.6.3 Alcance espacial y temporal de esta CIA

Basado en la orientación proporcionada en la **Sección 5.6.2**, el alcance espacial de la MIA-R se ha determinado para cubrir las siguientes áreas:

- El Área Contractual del Proyecto, como se definió en el **Capítulo 1**; y
- El SAR el cual incluye rutas de navegación para las embarcaciones del Proyecto y el helicóptero provenientes de las bases costeras del Proyecto y sus alrededores.

El alcance temporal de esta CIA ha sido definido con relación al ciclo de vida del Proyecto a través de todas las etapas establecidas en el **Capítulo 2** de esta MIA-R. Sin embargo, es importante resaltar que la mayor oportunidad para la ocurrencia de interacciones de impactos acumulativos es durante las actividades de perforación del Proyecto (el cual se estima que tendrá una duración estimada de 60 a 90 días).

5.6.4 Componentes sociales y ambientales valorados como prioritarios para ser considerados en la CIA

5.6.4.1 Lista de VEC prioritarios

Aplicando los criterios establecidos en la **Sección 5.6.2**, los siguientes VEC han sido seleccionados para su inclusión en esta MIA-R:

1. Hábitat bentónico
2. Comunidades de peces y hábitats;
3. Mamíferos marinos y tortugas;
4. Aves marinas (particularmente aves migratorias);
5. Áreas sensibles;
6. Pesquerías artesanales y comerciales;
7. Cambio climático; y
8. Usuarios de puertos existentes.

Estos VEC fueron seleccionados con base en una revisión de las condiciones de la línea base existente dentro del SAR y la identificación de receptores relevantes descritos en el **Capítulo 4**, así como la consideración de las actividades que se llevarán a cabo como parte del Proyecto (definidas en el **Capítulo 2**). Información adicional de cada uno de estos VEC seleccionados se proporciona en la siguiente sección.

5.6.4.2 Revisión de las condiciones de línea base para cada VEC

5.6.4.2.1 Hábitat bentónico

La composición faunística del SAR es característica de ambientes heterogéneos con crestas, pendientes y planicies, con poliquetos y crustáceos como grupos dominantes de meiofauna y grupos tales como moluscos y equinodermos, como componentes importantes de la comunidad bentónica de macrofauna. La composición de meiofauna es representativa del hábitat de mar profundo, con nematodos como parte de la fauna dominante, así como copépodos harpacticoides y poliquetos como taxa importantes de la comunidad de meiofauna. Se proporcionan más detalles en la **Sección 4.2.2.2.1**.

5.6.4.2.2 Comunidades de peces y hábitats

En la **Sección 4.2.2.2.1** del **Capítulo 4**, se proporciona una descripción general de las especies de peces encontradas en el SAR. En resumen, en aguas mexicanas se pueden encontrar 2,673 especies de peces, incluyendo 53 Ordenes, 256 Familias y 967 Géneros (Espinosa *et al*. 2008). De éstas, 1,137 se pueden identificar en el Golfo de México (Sarukhán 2010).

De las especies de peces asociadas a hábitats encontrados en el Área Contractual, y más extensamente en el SAR, solo tres están en la categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Éstas son especies de tiburones oceánico-pelágicos, las cuales incluyen: tiburón peregrino, gran tiburón blanco y tiburón ballena.

5.6.4.2.3 Mamíferos marinos y tortugas

En todo el Golfo de México se encuentran especies de mamíferos marinos cuyas distribuciones están directamente relacionadas con la distribución de sus respectivas fuentes de alimento, áreas de reproducción y crianza. En total, el Golfo de México cuenta con 29 especies de mamíferos marinos, incluyendo una especie del Orden Sirenia (manatí) y 28 especies del Orden Cetacea (ballenas y delfines, Serrano 2002). Información adicional de mamíferos marinos ubicados dentro del SAR puede revisarse en la **Sección 4.2.2.2.1** del **Capítulo 4.**

Cinco especies de tortugas marinas se identifican en el Golfo de México (Spotila 2004, Valverde y Rouse 2017): *Dermochelys coriacea* (Tortuga Laúd), *Caretta* (Tortuga Caguama), *Eretmochelys imbricata* (Tortuga Carey), *Lepidochelys kempii* (Tortuga Lora), y *Chelonia mydas* (Tortuga Verde). Estas cinco especies residen en los hábitats costeros y costa fuera del Golfo de México, incluyendo el Área Contractual dentro del SAR. Más detalles se proporcionan en la **Sección 4.2.2.2.1** del **Capítulo 4**.

5.6.4.2.4 Aves marinas (particularmente aves migratorias)

Las aves marinas se caracterizan por pasar la mayor parte de su vida en el mar, excepto durante la época de reproducción cuando se acercan a la costa. Muchas especies en el Golfo de México permanecen en la zona costera debido a su dependencia de hábitats de forrajeo y reproducción cerca de la costa, mientras que otras permanecen en aguas pelágicas remotas (Burger 2017). Gallardo del Ángel *et al.* (2004) estableció que el 27% de las 231 especies de aves en el Golfo de México son marinas. El Golfo de México es un importante corredor para aves migratorias, incluyendo muchas especies terrestres y acuáticas (Lincoln *et al.* 1998). Algunas especies marinas migratorias pueden ser abundantes durante los meses de invierno (por ejemplo, alcatraces) mientras que otras son abundantes durante los meses de verano (por ejemplo, charrán mínimo). Las especies residentes como los pelícanos y las gaviotas están presentes todo el año. Más detalles se presentan en la **Sección 4.2.2.2.1** del **Capítulo 4**.

5.6.4.2.5 Áreas sensibles

El Área Contractual dentro del SAR no está dentro de ningún ANP o cualquier otra área sensible designada (RMP, AICAS o SPM). Las áreas sensibles dentro del SAR incluyen aguas costeras colindantes, áreas intermareales, playas, dunas y humedales.

Las áreas sensibles designadas más cercanas al Área Contractual son la RMP Cayos Campeche, localizada aproximadamente a 48 km al este; los SPM Cañón submarino de Campeche y Volcán submarino Chapopote a 2 km al este y 58 km al norte, respectivamente; y el AICAS Islas de la Sonda de Campeche, ubicada a 62 km al este. El sitio Ramsar más cercano es el Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos, ubicado aproximadamente a 235 km al sureste. Más detalles se proporcionan en el **Capítulo 4**.

5.6.4.2.6 Pesquerías artesanales y comerciales

La pesca fue identificada como una de las principales actividades económicas de las comunidades locales ubicadas próximas a las bases costeras. Es importante resaltar que la mayoría de las pesquerías comerciales y artesanales operan dentro de bahías y estuarios someros y a pocos kilómetros de distancia de las aguas costeras situadas sobre la plataforma continental la cual se extiende hasta profundidades de unos 200 m. En comparación con los hábitats productivos cercanos a la costa, los hábitats pelágicos de aguas profundas y ultra profundas en alta mar cuentan con relativamente pocas especies de interés deportivo y comercial (CREOCEAN 2017).

5.6.4.2.7 Cambio climático

Las emisiones de GEI de México en el 2013 se calcularon de aproximadamente 665.3 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente ($MtCO_2e$), las cuales representaron el 1.38% de las emisiones globales totales (USAID 2017). Fuentes móviles (por ejemplo, transporte) y la generación eléctrica fueron los sectores con mayores emisiones, contribuyendo en un 26.2% y 19%, respectivamente, de los GEI totales en el 2013. Datos muestran que las fuentes tradicionalmente clasificadas como emisiones del sector energético fueron conjuntamente responsables del 70.8% de las emisiones totales, seguidas por las emisiones provenientes de la

agricultura (12.1%), procesos industriales (PI, 7.6%), cambio de uso de suelo y silvicultura (CUSS) (4.9%) y residuos (4.9%). México presentó y adoptó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) en el 2013 que establece la visión para los próximos 10, 20 y 40 años para un manejo sustentable, equitativo y eficiente de los recursos naturales del país, el uso de fuentes energéticas limpias y renovables, y un desarrollo de bajas emisiones de GEI.

5.6.4.2.8 Usuarios de puertos existentes

La **Sección 4.1** del **Capítulo 4** proporciona una perspectiva general de los puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan.

5.6.5 Otros proyectos considerados en la CIA

La CIA considera los efectos acumulativos de diversas actividades asociadas a otros proyectos en los VEC identificados junto con los impactos residuales específicos para el Proyecto.

En la **Tabla 5-51** se presenta la lista de los proyectos de las rondas de licitación a desarrollarse en el Golfo de México y que están dentro del SAR del Proyecto. Estos desarrollos potenciales pueden tener interacción con el Proyecto ya que tienen actividades y componentes físicos similares a los de este Proyecto. Por lo tanto, también pueden tener impactos acumulativos con el Proyecto durante la vida útil del mismo. La ubicación de dichos proyectos se presenta en la **Figura 5-16.**

Tabla 5-51. Proyectos de exploración dentro de la sección mexicana del Golfo de México

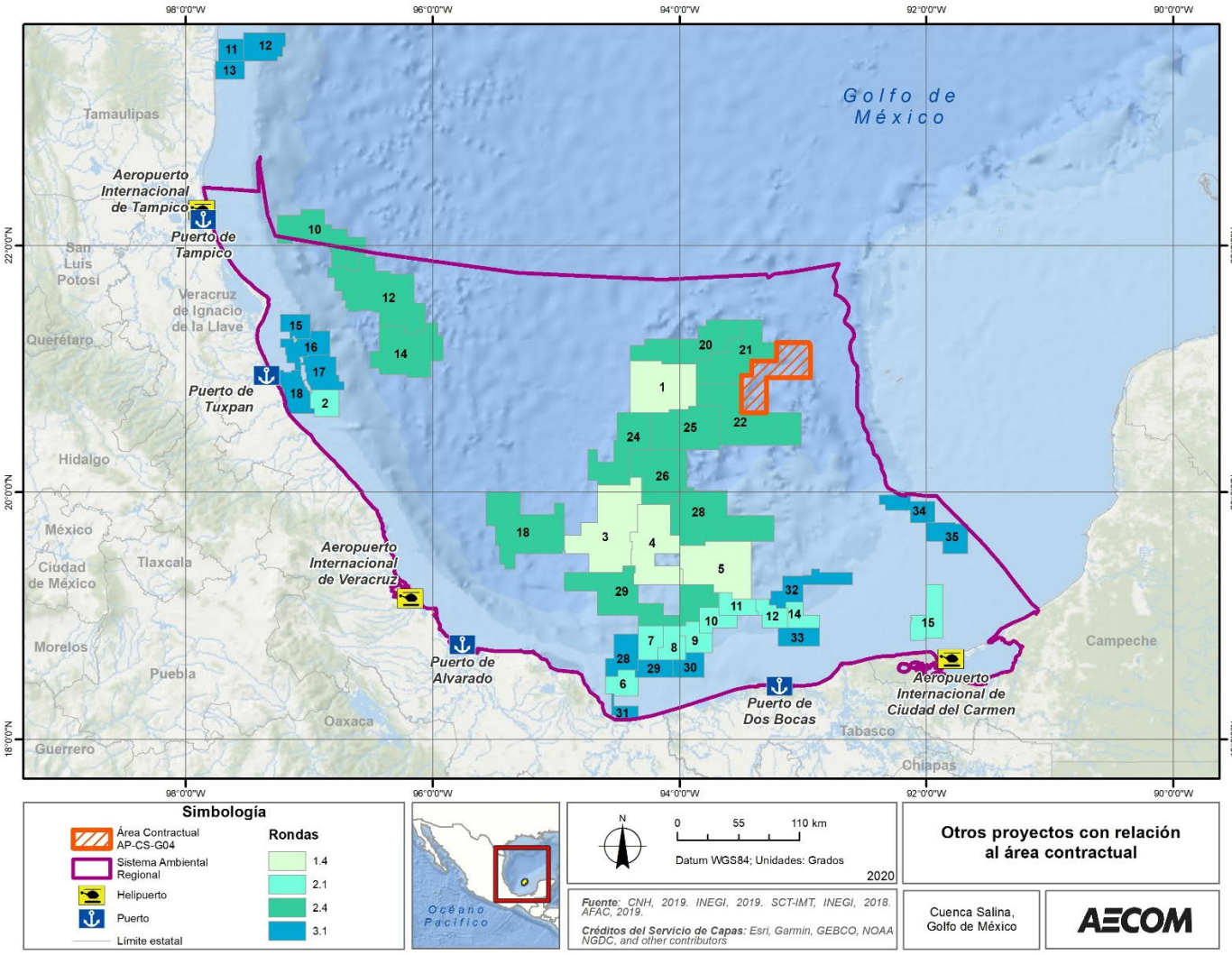
Ronda	Área Contractual	Bloque	Promotor	Estatus
1.4	CNH-R01-L04-A1.CS/2016	1	Statoil E&P México, S.A. de C.V., BP Exploration Mexico, S.A. de C.V., y Total E&P Mexico, S.A. de C.V.	Exploración
	CNH-R01-L04-A3.CS/2016	3	Statoil E&P México, S.A. de C.V., BP Exploration Mexico, S.A. de C.V., y Total E&P Mexico, S.A. de C.V.	Exploración
	CNH-R01-L04-A4.CS/2016	4	PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., y Sierra Coronado E&P, S. de R.L. de C.V.	Exploración
	CNH-R01-L04-A5.CS/2016	5	Murphy Sur, S. de R.L. de C.V., Ophir Mexico Block 5 Salina, S.A. de C.V., PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., y Sierra Offshore Exploration, S. de R.L. de C.V.	Exploración
2.1	CNH-R02-L01-A2.TM/2017	2	Pemex Exploración y Producción, y Deutsche Erdoel Mexico, S. de R.L. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A6.CS/2017	6	PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., y ECP Hidrocarburos Mexico, S.A. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A7.CS/2017	7	Eni México, S. de R.L. de C.V., Capricorn Energy Mexico, S. de R.L. de C.V., y Citla Energy B7, S.A.P.I. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A8.CS/2017	8	Pemex Exploración y Producción, y ECP Hidrocarburos Mexico, S.A. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A9.CS/2017	9	Capricorn Energy Mexico, S. de R.L. de C.V., y Citla Energy B9, S.A.P.I. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A10.CS/2017	10	Eni México, S. de R.L. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar

Ronda	Área Contractual	Bloque	Promotor	Estatus
	CNH-R02-L01-A11.CS/2017	11	Repsol Exploracion Mexico, S.A. de C.V., y Sierra Perote E&P, S. de R.L. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A12.CS/2017	12	Lukoil Upstream México, S. de R.L. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A14.CS/2017	14	Eni México, S. de R.L. de C.V., y Citla Energy B14, S.A.P.I. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
	CNH-R02-L01-A15.CS/2017	15	Total E&P México, S.A. de C.V., y Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V.	Periodo de Exploración por comenzar
2.4	CNH-R02-L04-AP-CM-G01/2018	10	Repsol Exploración México, S.A. de C.V., PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., y Ophir Mexico Operations, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CM-G03/2018	12	PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., Ophir Mexico Operations, S.A. de C.V., y PTTEP México E&P Limited, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CM-G05/2018	14	Repsol Exploración México, S.A. de C.V., y PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CM-G09/2018	18	Pemex Exploración y Producción	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G01/2018	20	Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V., Chevron Energía de México, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G02/2018	21	Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G03/2018	22	Chevron Energía de México, S. de R.L. de C.V., Pemex Exploración y Producción, e Inpex E&P México, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G05/2018	24	Eni México, S. de R.L. de C.V., y QPI México, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G06/2018	25	PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G07/2018	26	PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G09/2018	28	Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R02-L04-AP-CS-G10/2018	29	Repsol Exploración México, S.A. de C.V., PC Carigali Mexico Operations, S.A. de C.V., Sierra Nevada E&P, S. de R.L. de C.V., y PTTEP México E&P Limited, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
3.1	CNH-R03-L01-G-TMV-01/2018	15	Capricorn Energy México, S. de R.L. de C.V., y Citla Energy B15, S.A.P.I. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-TMV-02/2018	16	Deutsche Erdoel México, S. de R.L. de C.V., Pemex Exploración y Producción, y Cepsa E.P. México, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-TMV-03/2018	17	Deutsche Erdoel México, S. de R.L. de C.V., Pemex Exploración y Producción, y Cepsa E.P. México, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-TMV-04/2018	18	Pemex Exploración y Producción, y Cepsa E.P. México, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición

Ronda	Área Contractual	Bloque	Promotor	Estatus
	CNH-R03-L01-G-CS-01/2018	28	Eni México, S. de R.L. de C.V., y Lukoil Upstream Mexico, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-AS-CS-13/2018	29	Pemex Exploración y Producción	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-AS-CS-14/2018	30	Deutsche Erdoel México, S. de R.L. de C.V., Premier Oil Exploration and Production Mexico, S.A. de C.V., y SEP Block 30, S. de R.L. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-AS-CS-15/2018	31	Hokchi Energy, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-CS-02/2018	32	Pemex Exploración y Producción, y Total E&P México, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-AS-CS-06/2018	33	Total E&P México, S.A. de C.V., y Pemex Exploración y Producción	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-CS-03/2018	34	BP Exploration Mexico, S.A. de C.V., Total E&P México, S.A. de C.V., y Hokchi Energy, S.A. de C.V.	Inicio de Etapa de Transición
	CNH-R03-L01-G-CS-04/2018	35	Shell Exploracion y Extraccion de Mexico, S.A. de C.V., y Pemex Exploración y Producción	Inicio de Etapa de Transición

Fuente: AECOM 2021

Figura 5-16. Proyectos de exploración en el SAR



*Nota: Los números de los bloques se encuentran detallados en la **Tabla 5-51***

Fuente: AECOM 2021

5.6.6 Evaluación de impactos acumulativos

La evaluación de los impactos acumulativos potenciales con relación a cada VEC identificado se incluye en las siguientes secciones. Es importante notar que esta MIA se basa en las condiciones de línea base existentes dentro del SAR y, por ello, otras actividades existentes como podrían ser el movimiento de embarcaciones asociadas al comercio de las pesquerías, ya se han considerado dentro de la línea base presentada para el Proyecto.

5.6.6.1 Hábitat bentónico

5.6.6.1.1 Impactos del Proyecto

Los impactos a la fauna bentónica están estrechamente relacionados con el cambio en la calidad y estructura del sedimento del lecho marino, los cuales se prevén ocurrirán en estrecha proximidad a las actividades de perforación del pozo. Con la implementación de las medidas de mitigación, principalmente durante la descarga de recortes con WBDF y de SPS, los impactos serán insignificantes.

5.6.6.1.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

No se han desarrollado otros proyectos similares dentro del Área Contractual, por lo que no se han identificado impactos acumulativos en las comunidades del lecho marino dentro del área que será impactada por el Proyecto, considerando que se prevé un impacto al lecho marino por actividades planeadas en un radio menor a 2 km.

5.6.6.1.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Si bien, el Área Contractual colinda con el Bloque 21 de Shell y el Bloque 22 de Chevron, se considera improbable que se lleven a cabo operaciones de perforación en estrecha proximidad o al mismo tiempo que este Proyecto. Por lo tanto, no se identificaron impactos acumulativos significativos sobre las comunidades del lecho marino.

5.6.6.2 Comunidades de peces y hábitats

5.6.6.2.1 Impactos del Proyecto

Se identificaron varios impactos potenciales en las comunidades de peces relacionados con el Proyecto. Estos incluyeron impactos asociados con emisiones de luz, sonido submarino y descargas de diversas sustancias a la columna de agua. A través de la implementación de medidas de gestión y mitigación, los impactos residuales han sido predichos como Insignificantes, con excepción de cuestiones relacionadas con el sonido submarino en las que se prevé que el impacto tendrá una significancia **Menor**.

5.6.6.2.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Un número determinado de otros proyectos (incluidos en la **Tabla 5-51**) tienen potencial de generar diversos impactos los cuales podrían llevar a un efecto acumulativo. Estos otros proyectos son de igual forma del sector hidrocarburos y, por lo tanto, es probable que tengan impactos similares en los VEC los cuales se han identificado y resumido en la **Sección 5.6.2**.

5.6.6.2.3 Resumen de la Evaluación acumulativa

En ocasiones limitadas donde los impactos asociados a este Proyecto ocurren dentro de los mismos límites espaciales y temporales a aquellos identificados en los otros desarrollos, existe el potencial de que ocurran impactos menores adversos a peces y su hábitat dentro del SAR. Estos impactos están predominantemente relacionados con la generación de sonido submarino, pero se espera que sean de corta duración y limitados a su naturaleza y extensión. Además, la implementación de diversas medidas de mitigación identificadas para este Proyecto, y el supuesto de que medidas similares serán incorporadas para los otros desarrollos, resultarían en no tener un impacto acumulativo significativo en peces o sus hábitats.

5.6.6.3 Mamíferos marinos y tortugas

5.6.6.3.1 Impactos del Proyecto

Se identificaron varios impactos potenciales del Proyecto relacionados con mamíferos marinos y tortugas. Estos incluyeron impactos asociados con la emisión de luz, sonido submarino y descargas de varias sustancias a la columna de agua. A través de la implementación de las medidas de gestión y mitigación, los impactos residuales han sido predichos como **Insignificantes**, con excepción de las cuestiones relacionadas al sonido submarino donde el impacto es predicho como de significancia **Menor**.

5.6.6.3.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Una serie de desarrollos (incluidos en la **Tabla 5-51**) tienen el potencial de generar impactos los cuales podrían conducir a un efecto acumulativo. Estos otros proyectos son similares a los desarrollos del sector hidrocarburos y, por lo tanto, es probable que tengan impactos similares en los VEC los cuales han sido resumidos en la **Sección 5.6.5**.

5.6.6.3.3 Resumen de la evaluación acumulativa

En ocasiones, los impactos asociados a este Proyecto ocurren dentro de los mismos límites temporales y espaciales como aquellos identificados para los otros desarrollos potenciales por lo que existe un potencial de que ocurran impactos menores adversos a mamíferos marinos y tortugas dentro del SAR (incluyendo disturbios y daños físicos). Estos impactos están predominantemente relacionados con la generación de sonido submarino, pero se espera que sean a corto plazo y limitados en su naturaleza y extensión. Adicionalmente, la implementación de diversas medidas de mitigación identificadas para este Proyecto, y el supuesto de que medidas similares serán incorporadas para los otros desarrollos, resultaría en no tener un impacto acumulativo significativo en mamíferos marinos o tortugas.

5.6.6.4 Aves marinas (particularmente aves migratorias)

5.6.6.4.1 Impactos del Proyecto

Un número de impactos potenciales relacionados con el Proyecto a aves marinas fueron identificados. Estos incluyeron impactos asociados a emisiones de luz de diversas actividades del Proyecto y sonido aéreo generado por helicópteros. A través de la implementación de medidas de gestión y mitigación, los impactos residuales han sido predichos como Insignificantes, con excepción de los impactos relacionados con las emisiones de luz, las cuales se predicen de una significancia **Menor**.

5.6.6.4.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Un número determinado de otros proyectos (incluidos en la **Tabla 5-51**) tienen potencial de generar diversos impactos los cuales podrían llevar a un efecto acumulativo. Estos proyectos son de igual forma del sector hidrocarburos y, por lo tanto, es probable que tengan impactos similares en los VEC los cuales se han identificado y resumido en la **Sección 5.6.2**.

5.6.6.4.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Se considera altamente improbable que otras empresas lleven a cabo operaciones de perforación en estrecha proximidad o al mismo tiempo que este Proyecto. En ocasiones limitadas donde los impactos asociados a este Proyecto pudieran ocurrir dentro de los mismos límites espaciales o temporales de aquellos desarrollos identificados, existe el potencial para que algunos impactos menores puedan ocurrir a las aves marinas dentro del SAR (incluyendo disturbios y daños físicos). Estos impactos están relacionados con las emisiones de luz. Además, la implementación de varias medidas de mitigación identificadas para este Proyecto, y el supuesto de que medidas similares serán y fueron incorporadas para los otros desarrollos, resultarían en no tener un impacto acumulativo significativo en aves marinas.

5.6.6.5 Áreas sensibles

5.6.6.5.1 Impactos del Proyecto

No hay áreas protegidas o sensibles ubicadas dentro del Área Contractual del Proyecto y, por lo tanto, no se anticipan impactos significativos. Impactos insignificantes se anticipan en áreas protegidas cercanas a la costa en relación con un pequeño número de movimientos de embarcaciones y helicópteros asociados con el Proyecto y, por lo tanto, no se prevé que contribuyan a ningún impacto acumulativo significativo.

5.6.6.5.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Ningún impacto acumulativo ha sido identificado.

5.6.6.5.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Considerando el alcance espacial y temporal de esta MIA-R, ningún impacto acumulativo se espera sobre las áreas protegidas existentes.

5.6.6.6 Pesquerías comerciales y artesanales

5.6.6.6.1 Impactos del Proyecto

Ningún impacto acumulativo significativo sobre pesquerías artesanales, recreativas y comerciales fue identificado para el Proyecto.

5.6.6.6.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Al considerar otros proyectos presentes en el SAR, se consideran probables los impactos significativos sobre las pesquerías artesanales, recreativas y comerciales, ya que el SAR se extiende desde aguas profundas hasta aguas costeras.

5.6.6.6.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Ningún impacto acumulativo significativo sobre pesquerías artesanales, recreativas y comerciales fue identificado.

5.6.6.7 Cambio climático

5.6.6.7.1 Impactos del Proyecto

En el **Capítulo 2,** se proporcionó un resumen de las emisiones de GEI anticipadas, las cuales mostraron que las emisiones del Proyecto serían equivalentes a 25,533 tCO_2e. Como contexto, este equivale a menos del 0.003% de las emisiones nacionales mexicanas.

5.6.6.7.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Una serie de otros desarrollos (incluidos en la **Figura 5-16** y la **Tabla 5-51**) son similares a la naturaleza del Proyecto y, por ello, es probable que generarán una cantidad similar de GEI. Estas emisiones diferirían en la extensión espacial y temporal, pero podrían contribuir a un aumento de GEI en la atmósfera.

5.6.6.7.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Las emisiones de GEI del Proyecto podrían contribuir con las emisiones de los otros desarrollos identificados potenciando la evolución de un impacto acumulativo. Los niveles de emisiones anticipadas para cada desarrollo se diferenciarán dependiendo de las actividades exactas que se lleven a cabo, sin embargo, se anticipa que las emisiones para cada desarrollo serán de aproximadamente 30,000 tCO_2e. Acumulativamente estas emisiones se esperan contribuyan en menos del 0.05% de las emisiones nacionales. Considerando la extensión espacial y temporal, el impacto acumulativo es clasificado como de significancia **Menor**.

5.6.6.8 Usuarios de puertos existentes

5.6.6.8.1 Impactos del Proyecto

Se espera que el Proyecto tenga un impacto mínimo sobre los puertos existentes y sus usuarios. Se eligió cada base costera en los cuatro puertos seleccionados ya que se ubican en una instalación existente con infraestructura y capacidad disponibles para atender los requisitos del Proyecto. Adicionalmente, se espera que solo se realicen hasta cuatro viajes por semana con las embarcaciones durante las actividades de perforación (considerando que cada campaña de perforación tendrá una duración de entre 60 y 90 días).

5.6.6.8.2 Efectos potenciales de otros desarrollos

Una serie de otros desarrollos (incluidos en la **Figura 5-16** y en la **Tabla 5-51**) tienen el potencial para generar impactos mínimos similares sobre los puertos y usuarios existentes. La sincronización de los movimientos de las embarcaciones asociadas con los otros desarrollos identificados deberá ser una consideración clave para determinar si se produciría algún impacto acumulativo.

5.6.6.8.3 Resumen de la evaluación acumulativa

Con base en el hecho de que no todos los desarrollos operarán al mismo tiempo, se anticipa un nivel bajo de movimientos de las embarcaciones asociadas a cada desarrollo y al mismo Proyecto, además de que se considera la capacidad de reserva existente en cada uno de los puertos seleccionados, por ello, no se identificaron impactos acumulativos significativos.

5.7 Medidas de mitigación y gestión

Las medidas de mitigación relevantes relacionadas con el Proyecto, las cuales tienen como objetivo minimizar o evitar cualquier impacto acumulativo significativo, se proporcionan en el **Capítulo 6**. Se asume que la ASEA asegurará que medidas similares sean implementadas por los otros desarrollos identificados dentro de esta MIA (en línea con las regulaciones aplicables), para ayudar a asegurar que no se encuentren impactos acumulativos significativos.

5.8 Resumen

Cuando las actividades del sector hidrocarburos propuestas, relacionadas con otras oportunidades y desarrollos individuales de exploración, se consideran en conjunto con los efectos causados por factores ambientales y presiones sociales externas, a la par de los impactos generados por el Proyecto, es poco probable que resulten en impactos acumulativos significativos, principalmente por la diferencia espacial y temporal con la que han sido y serán desarrollados.

Sin embargo, es posible que impactos menores relacionados con el efecto de sonido submarino en especies marinas pudieran ocurrir, ya que, aunque el radio de impacto es menor (<180 m) estas especies recorren distancias largas en cortos periodos de tiempo, por lo que la presencia de otros proyectos dentro del SAR puede afectar a estas especies durante su trayectoria, dependiendo de la extensión espacial y temporal de las actividades del Proyecto.

6 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

En este capítulo se describen las medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales y sociales identificados y evaluados en el **Capítulo 5**. Todas las medidas de mitigación específicas para el Proyecto aplicables a cada impacto se presentan en la **Tabla 6-1** y la **Tabla 6-2**. Estas medidas de mitigación tienen como objetivo evitar, minimizar y reducir los impactos ambientales y sociales potenciales.

Finalmente, en la **Sección 6.7** de este capítulo, se presenta el PVA que se implementará en el Proyecto, en el cual se incluyen los planes de manejo que se desarrollarán previo al inicio de las actividades.

6.1 Medidas preventivas generales incorporadas en el diseño existente del Proyecto

Shell ha propuesto una serie de medidas de manejo (con base en las GIIP) dentro del diseño del Proyecto, como parte de su compromiso de prevenir y mitigar los impactos ambientales potenciales. Dichas medidas se mencionan con mayor detalle en los **Capítulos 2** y **3** de esta MIA-R y se discuten más adelante en este capítulo. Este enfoque está alineado con la Guía Regional, la cual le da prioridad a las medidas preventivas que reduzcan la escala de un impacto. Estos lineamientos consideran que 'la identificación de las medidas de mitigación está fundamentada bajo la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas', y esto se alinea con el enfoque del Proyecto, que busca evitar los impactos adversos en la medida de lo posible.

Para las actividades propuestas del Proyecto, las medidas preventivas se clasificaron de la siguiente manera:

1. **Cumplimiento Regulatorio**: Medidas requeridas para cumplir con las Leyes y Reglamentos aplicables (como se describió en el **Capítulo 3**).
2. **Selección de Contratistas, Equipos y Materiales**: Shell implementará las GIIP cuando sea aplicable en la selección de equipo y materiales a fin de limitar los impactos a los humanos y al ambiente

Las siguientes subsecciones describen cada uno de estos tipos de medidas, las cuales han sido incorporadas en el diseño del Proyecto.

6.2 Cumplimiento regulatorio

El cumplimiento regulatorio se describe con mayor detalle en el **Capítulo 3**. La descripción del Proyecto presentada en el **Capítulo 2** considera los requerimientos regulatorios relevantes.

En particular, los estándares establecidos por las convenciones internacionales reflejan un consenso de la opinión científica con respecto a la capacidad de carga del ambiente marino. El Anexo I de MARPOL 73/78, por ejemplo, establece el límite de 15 ppm de aceite en agua de sentina y otras mezclas aceitosas descargadas al mar, bajo la premisa de que este valor está por debajo de la concentración que causaría efectos adversos en la calidad del agua marina o en las especies marinas. Al asegurar la adhesión a las obligaciones legales y regulatorias identificadas en el **Capítulo 3**, ciertos aspectos de las actividades propuestas tendrán impactos ambientales insignificantes.

El Anexo I de MARPOL 73/78, establece que las autoridades nacionales definirán las cantidades y propiedades químicas de aguas residuales, fluidos de perforación, recortes de perforación, SPS, cemento y fluido del BOP que puedan ser descargados al mar. Se espera que estos permisos limiten las descargas a cantidades y concentraciones que sean consideradas como un impacto insignificante para el ambiente marino. Con el cumplimento de los permisos y requerimientos legales incluidos en la **Tabla 3-23**, los contratistas seleccionados por Shell deben verificar que la descarga de aguas residuales, fluidos de perforación, recortes de perforación con WBDF, SPS y fluidos del BOP tengan un impacto ambiental insignificante.

Ciertas regulaciones nacionales también especifican estándares mínimos para el equipo que va a ser desplegado, bajo la premisa de que este equipo representa las mejores técnicas disponibles para la prevención de contaminación. Por ejemplo, las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en Materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente para Realizar Actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos requieren que la Entidad regulada utilice los estándares incluidos en dicha Regulación o en su caso pueda utilizar estándares equivalentes o superiores (Artículo 6), que los riesgos son evaluados y gestionados de acuerdo con los artículos 10, 11, 12 y 13, y que el desempeño mantiene una mejora continua según el artículo 9. Así mismo, 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, obligan a la Entidad Regulada a implementar un SASISOPA, a través del cual la gerencia de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente registrará las no conformidades y realizará actividades de seguimiento según los procedimientos de Shell.

Para asegurar el cumplimiento, Shell se encargará de que se implementen los siguientes puntos:

- Contractualmente, solicitará que los contratistas a cargo del buque de perforación, los OSV, el FSV y el helicóptero cumplan con todas las Leyes y Reglamentos federales y estatales, las normas oficiales mexicanas, así como la legislación internacional.
- Se auditará el buque de perforación, los OSV/FSV y el helicóptero antes de ser contratados para verificar que cumplan con todos los Reglamentos y Leyes Nacionales e Internacionales, así como con las normas oficiales mexicanas relevantes.

Las regulaciones específicas y relevantes también se discuten e incluyen en las medidas de mitigación que se presentan en las **Secciones 6.4** y **6.5** de este capítulo para impactos planeados y no planeados, respectivamente.

6.3 Selección de contratistas, equipo y materiales

Al alinearse con las GIIP, Shell asegurará que los siguientes puntos sean implementados:

- El Proyecto será realizado por un contratista de perforación capacitado, con experiencia en perforación de pozos en aguas profundas, en ambientes similares.
- El contratista a cargo de la perforación, los OSV/FSV y el helicóptero serán seleccionados por Shell utilizando un riguroso proceso de selección de contratistas.
- La estrategia de contratación del buque de perforación, los OSV/FSV y el helicóptero considerará el desempeño en HSE de los proveedores, y se espera que los contratistas implementen un Sistema de Mantenimiento Preventivo para asegurar el desempeño óptimo de los motores, propulsores, el equipo de navegación, el equipo de perforación, maquinaria y generadores de energía.
- El buque de perforación y los OSV/FSV tendrán una inspección marina emitida por una Compañía de Hidrocarburos del Foro Marino Internacional (OCIMF, por sus siglas en inglés) o un Contratista de la Asociación Marina Internacional menor a 12 meses de antigüedad, para verificar la idoneidad de la seguridad en la embarcación y estar en conformidad con los procesos de la empresa (Certificación OVID).
- El buque de perforación y los OSV/FSV que se utilicen para el desarrollo del Proyecto no tendrán pinturas que contengan organoestaños (de acuerdo con los OMI del Comité de Protección Ambiental Marina; MEPC, por sus siglas en inglés)
- Conforme aplique, los contratistas deberán tener un seguro que incluya daños ambientales y cargos por responsabilidad, como lo requiere la legislación mexicana como mínimo.
- El contrato requerirá supervisores competentes para el turno del día y de la noche, que estén presentes a bordo del buque de perforación y los OSV/FSV durante todo el Proyecto, para verificar la conformidad de los procesos de operación, incluyendo aquellos relacionados con la protección ambiental y para verificar que el programa de perforación se está realizando de forma segura.
- Los contratistas del buque de perforación y los OSV/FSV proporcionarán tripulaciones con el nivel de entrenamiento requerido de acuerdo con sus puestos de trabajo, sobre las leyes y reglamentos ambientales y los controles operacionales ambientales asociados. El entrenamiento incluirá procedimientos de notificación con respecto a los eventos no planeados.

Los aspectos específicos de la selección de contratistas, equipo y materiales, también se incluyen y discuten en las medidas de mitigación propuestas en las **Secciones 6.4** y **6.5**.

6.4 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Esta sección considera las medidas de mitigación, prácticas y rentables que pueden implementarse para reducir los impactos ambientales potenciales asociados con la implementación del Proyecto, de manera que los impactos ambientales se minimicen tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP, por sus siglas en inglés). El desarrollo de estas medidas considera los costos estimados, la duración, los requerimientos de entrenamiento, los métodos de implementación y la precisión esperada.

6.4.1 Medidas correctivas y de mitigación para actividades planeadas

En la **Tabla 6-1** se presentan las medidas de mitigación para los impactos planeados, por componente ambiental.

Tabla 6-1. Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos Planeados

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
Emisiones generales a la atmósfera y emisiones de GEI	Aire Costa Afuera: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual	Alteración de la calidad del aire por emisiones generadas por la movilización/ desmovilización del buque de perforación, los OSV/FSV y el helicóptero	Todas las etapas	(M) El buque de perforación y los OSV/FSV (conforme aplique o se requiera por la administración de la bandera del buque) cumplirán con el Anexo VI de MARPOL 73/78 relacionados con las Emisiones a la Atmósfera como: • El combustible cumplirá con los requisitos marcados en Anexo VI conforme aplique a la clase de buque • Cumplir con el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación del Aire (IAPP, por sus siglas en inglés); (P) Shell se asegurará de que su contratista realice el mantenimiento regular del helicóptero y de los OSV/FSV de acuerdo con los fabricantes y los requisitos reglamentarios, incluidas las auditorías de los expertos de aviación de Shell.
	Aire Costa Afuera: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual	Alteración de la calidad del aire por emisiones generadas del sistema DP del buque de perforación y la generación de energía, durante las operaciones y la perforación	Operación	
	Aire Costa Afuera y vía terrestre: No hay receptores humanos o faunísticos presentes de forma permanente dentro del Área Contractual pero sí a menos de 1 km de las instalaciones del puerto y en la ruta del helicóptero.	Alteración de la calidad del aire, por las emisiones de los OSV/FSV y helicóptero tanto costa afuera como por vía terrestre	Todas las etapas	
	Aire Terrestre: Los receptores humanos están presentes a 1 km de las instalaciones del puerto, se estima que estos, al igual que los receptores faunísticos, estarán presentes de forma permanente en la ruta de los vehículos de transporte.	Alteración de la calidad del aire, por las emisiones de tráfico terrestre, incluidas las generadas por los camiones que transportarán los recortes a la instalación de manejo de residuos autorizada	Operación	
	Atmósfera La atmósfera tiene un nivel de sensibilidad medio, aunque tiene cierta capacidad de resistencia para absorber los cambios es susceptible a los cambios relacionados con las emisiones de GEI	Alteración de la calidad del aire por emisiones de GEI	Todas las etapas	En adición a las medidas anteriores se propone lo siguiente: (M) El buque de perforación y los OSV/FSV cumplirán con las regulaciones OMI aplicables vigentes con respecto al uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono (generalmente utilizadas en sistemas contra incendios y de enfriamiento); (M) El buque de perforación y los OSV/FSV contarán con un sistema de mantenimiento preventivo para optimizar la generación de energía y la eficiencia de la maquinaria y minimizar las emisiones de GEI; y, (M) El Proyecto presentará estimaciones de las emisiones atmosféricas en la COA si las emisiones anuales directas e indirectas de CO_2 equivalentes al Proyecto equivalen a 25,000 toneladas métricas o más (según el RENE).
Luz ambiental en el aire	Aves marinas, aves migratorias, peces, mamíferos y tortugas marinas que transitan en el área	Alteración en el comportamiento de aves marinas y fauna marina, por las emisiones de luz resultantes de la iluminación 24/7	Todas las etapas	(M) La iluminación del buque de perforación y los OSV/FSV será acorde con las actividades que se realicen y cumplirá con las regulaciones de seguridad marítima en el mar. En este sentido, se reducirá la iluminación sin comprometer la seguridad de los trabajadores ni de las operaciones.

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
		del buque de perforación y el movimiento de los OSV/FSV		
	Aves y fauna marina (peces, mamíferos y tortugas marinas) que transitan en el área	Alteración en el comportamiento de aves y fauna marina, por las emisiones de luz asociadas con el movimiento del helicóptero	Todas las etapas	(M) Las rutas del helicóptero cumplirán con los requerimientos de las Autoridades de Aviación pertinentes en cuanto a la velocidad aérea y las altitudes de vuelo para el despegue, crucero y aterrizaje. El helicóptero en tránsito hacia y desde el buque de perforación volará a altitudes superiores a 300 m (con la excepción de las actividades de aproximación y aterrizaje) y evitará volar cerca de colonias de aves activas cuando sea posible; (P) Se prohibirá al contratista del helicóptero, dar vueltas o desplazarse en baja altitud sobre los mamíferos marinos o los sitios identificados como sensibles para las colonias de aves marinas, a menos que sea esencial para propósitos de respuesta de emergencia; y, (M) Los trayectos en helicóptero se realizarán durante el día para disminuir el efecto de la luz sobre la fauna silvestre, excepto en casos de emergencia.
Emisiones de sonido del Proyecto	Alteración en la conducta de tortugas, peces y mamíferos marinos	Alteración de la conducta en tortugas, peces y mamíferos marinos, por la emisión de sonido submarino asociado con el buque de perforación, las actividades de perforación, incluyendo el uso de propulsores DP, y las operaciones de los OSV/FSV	Operación	(M) Los contratistas del buque de perforación y los OSV/FSV implementarán sistemas de mantenimiento preventivo para mantener los equipos de perforación / propulsores de embarcaciones en óptimas condiciones de trabajo en línea con las recomendaciones del fabricante, minimizando la generación de sonido bajo el agua.
	Lesiones Auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces	Posibles lesiones auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces, por la emisión de sonido submarino asociado con las actividades del buque de perforación, así como de perforación (incluyendo el uso de propulsores DP)		
	Alteración de la conducta de aves y modificación de sus rutas migratorias debido a la generación de ruido asociado con las operaciones del helicóptero.	Afectación en el comportamiento de las aves y en sus rutas migratorias por el incremento del sonido asociado a los movimientos del helicóptero	Todas las etapas	Este impacto se atenderá con las medidas propuestas para el impacto descrito anteriormente denominado alteración en el comportamiento de aves y fauna marina, por las emisiones de luz asociadas con el movimiento del helicóptero.
Utilización de fuentes de sonido acústico	Lesión en mamíferos marinos, tortugas y peces	Posibles lesiones auditivas en mamíferos marinos, tortugas y peces, por el sonido asociado al PSV (fuente de sonido acústico)	Operación	(P) Se asignará un Observador de Mamíferos Marinos (OMM) durante las actividades del PSV. Esta persona puede ser un miembro de la tripulación del buque de perforación, siempre y cuando no tenga otros roles más que la observación de mamíferos marinos durante los periodos de observación; el OMM tendrá las siguientes acciones: • Llevará a cabo una inspección visual de la fauna marina dentro de una zona de mitigación de 500 m desde el buque de perforación durante 30 minutos en horas de luz natural antes de comenzar los disparos por las operaciones con el PSV; • En caso de no observar mamíferos marinos o tortugas dentro de la zona de mitigación durante la inspección previa a los disparos, se comenzará un arranque suave, aumentando gradualmente la potencia de la fuente acústica durante al menos 20 minutos para dar tiempo suficiente para que la fauna marina abandone el área; • En caso de observar mamíferos marinos o tortugas dentro de la zona de mitigación durante la inspección visual previa a los disparos, el arranque suave deberá posponerse hasta que dichos individuos se encuentren fuera de la zona de mitigación.
	Conducta en mamíferos marinos, tortugas y peces	Alteración en la conducta de mamíferos marinos, tortugas y peces, por el sonido asociado al PSV (fuente de sonido acústico)		

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
Extracción de agua y descargas acuosas generales de los buques al mar	Calidad del agua existente	Alteración de la calidad del agua, por la descarga de: • agua del sistema de enfriamiento, drenaje de cubierta, de sentina, de aguas grises y negras (sanitarias) y descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación y los OSV/FSV al mar • salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación y por la descarga de químicos utilizados durante la limpieza de las membranas • fluidos hidráulicos del sistema de control BOP	Operación	(P) La descarga de residuos de alimentos del buque de perforación se llevará a cabo de acuerdo con el Anexo V de MARPOL 73/78 y los Lineamientos para la Implementación del Anexo V de MARPOL 73/78, 2012 (Resolutivo MEPC.203 [62]), los cuales serán triturados a un tamaño de partícula no mayor a 25 mm antes de ser descargados al mar. Los residuos de alimentos de los OSV serán tratados de la misma manera que en el buque de perforación antes de ser descargados cuando esté ubicado: a) A más de 3 mn de la costa o en tránsito b) Alrededor o a menos a 500 m del buque de perforación; (P) Cuando son más de 12 mn de distancia a la costa o en tránsito, MARPOL 73/78 no requiere que los residuos de alimentos sean triturados. Los huesos y otros alimentos que no pueden ser triturados, serán empacados y trasladados a tierra como residuos; (P) El buque de perforación y los OSV/FSV cumplirán con el Anexo I de MARPOL 73/78 (si es aplicable y solicitado por el tipo de embarcación): Reglas para Prevenir la Contaminación por Hidrocarburos. Por lo tanto, el agua pluvial recolectada en áreas en donde no puede contaminarse con químicos o hidrocarburos (áreas de la cubierta limpias) será descargada sin tratamiento. Las áreas de drenaje peligroso serán agrupadas para separarlas de las áreas de la cubierta. El agua del sistema de drenaje será tratada y será descargada al mar únicamente cuando la concentración de hidrocarburos sea menor a 15 ppm; (P) El agua de vertido del buque de perforación se recolectará y bombeará a los separadores de aceite/agua equipados con un analizador en línea. Se utilizará la prueba de fluorescencia UV (o tecnología equivalente en concordancia con MARPOL) para determinar la cantidad de aceite en el agua. Solo el agua no aceitosa (por ejemplo, <15 ppm de aceite y grasa, lectura máxima instantánea de descarga de aceite) se descargará al mar de acuerdo con el Anexo I de MARPOL 73/78. Atendiendo la Regulación 17 del Anexo I de MARPOL 73/78, se tendrá una Bitácora de Registro de Hidrocarburos, para documentar las descargas. Si el agua excede este umbral, se activará una alarma en el puente y el agua se desviará hacia un tanque de decantación. El agua del tanque de decantación y el aceite, lodo o emulsiones asociados se transportarán a la base en la costa para su disposición; (P) El buque de perforación y los OSV/FSV cumplirán con el Anexo IV de MARPOL 73/78 (si es aplicable y solicitado por el tipo de embarcación): Reglas para Prevenir la Contaminación por Descargas de Drenaje de las Embarcaciones. Por lo que, las embarcaciones del Proyecto (de ser aplicable y solicitado por el tipo de embarcación) cumplirán con: • Estar equipadas con una planta de tratamiento de agua residual, autorizada por MARPOL 73/78. • Realizar una evaluación periódica de la planta de tratamiento, de acuerdo con el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Aguas Residuales de MARPOL 73/78 (ISPCC, por sus siglas en inglés). • No realizar descargas de drenaje a menos de 12 mn de distancia de la costa; (P) Las aguas grises serán descargadas al mar (sin tratamiento) mientras no exista materia flotante o manchas visibles; (P) Shell o su subcontratista solicitará el permiso de descarga de la CONAGUA, para descargas de aguas residuales en cumplimiento con el artículo 90 de la LAN; (P) El buque de perforación y los OSV/FSV tratarán el agua residual para que cumpla con los estándares de descarga costeros de MARPOL 73/78 y la NOM-001-SEMARNAT-1996, para las actividades del Proyecto relacionadas al movimiento de los buques dentro de aguas costeras; (M) El buque de perforación y los OSV/FSV mantendrán una bitácora de agua de lastre y un certificado internacional de gestión de agua de lastre, de conformidad con el BWM; (P) El Proyecto utilizará fluidos de control de BOP de bajo impacto ambiental;
	Flora y fauna (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina, por la descarga de: • agua del sistema de enfriamiento, drenaje de cubierta, de sentina, de aguas grises y negras (sanitarias) y descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación y los OSV/FSV al mar • salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación y por la descarga de químicos utilizados durante la limpieza de las membranas		
	Comunidades bentónicas (incluyendo corales de aguas frías, plancton y fauna marina)	Alteración de hábitats bentónicos y daños a la flora y fauna marina por exposición a la descarga de fluidos hidráulicos del sistema de control BOP		
	Flora y fauna (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Daño y/o mortalidad de los organismos que queden atrapados en las membranas de la toma de agua o de los microrganismos que puedan pasar a través de éstas	Todas las etapas	

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
				(P) A través de las “cajas de mar” del buque de perforación se extraerá agua de enfriamiento. El casco del buque de perforación del Proyecto por donde se cargará el agua de enfriamiento estará protegido contra el crecimiento de especies marinas con un sistema de prevención de crecimiento marino. Adicionalmente, se cuenta con rejillas en el carenado del casco para evitar el ingreso de fauna marina; (P) Se harán mantenimientos preventivos con la finalidad de verificar que las condiciones de los equipos se encuentren en óptimas condiciones a lo largo de las actividades del Proyecto.
Descarga de recortes de perforación con WBDF y los SPS en aguas marinas	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua por la descarga de: • recortes de perforación *riserless* asociados con WBDF • SPS	Operación	(M) El buque de perforación estará equipado con un cajón de descargas, diseñado para descargar los SPS debajo de la línea de flotación, a 10 m de profundidad, sujeto a aprobación regulatoria; (M) Los SPS únicamente se descargarán cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF y se cumplan los límites establecidos por los permisos de descarga; (M) Se preparará un PMSQ el cual deberá incluir un análisis por lote de barita y un proceso de manejo seguro de los químicos durante el transporte y almacenamiento en el buque de perforación. Siempre que sea posible, se emplearán químicos con el menor impacto ambiental; (M) El Proyecto no descargará NADF a granel costa afuera. El NADF solo se descargará costa afuera cuando esté adherido a los SPS y se cumplan los límites establecidos por los permisos de descarga; (P) Shell realizará previo a las actividades de perforación un estudio del fondo marino, con apoyo de un ROV, el cual genera imágenes cerca del sitio del pozo para confirmar la ausencia de corales. (P) Shell considerará una distancia de protección aproximada de 50 m de cualquier registro de comunidad bentónica sensible identificada con base en las informaciones disponibles para la ubicación del pozo de perforación y el área de dispersión de recortes de 6.5 mm de espesor, de acuerdo con las mejores prácticas internacionales. (C) De obtenerse el permiso de vertimientos se realizará un proyecto de investigación con enfoque holístico que englobe todos los bloques adjudicados en el Golfo de México generando beneficios a las comunidades aledañas, a los investigadores y al país. Este proyecto formará parte del proyecto de “Biodiversidad Marina del Sur del Golfo de México” (**Sección 6.5.1**)
	Calidad del sedimento	Modificación fisicoquímica del sedimento por las actividades de perforación		
	Flora y fauna marina (incluyendo mamíferos marinos, peces, tortugas y plancton)	Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina por la descarga de: • recortes de perforación *riserless* asociados con WBDF • SPS		
	Comunidades bentónicas	Afectación de comunidades bentónicas (incluyendo corales de agua fría) por la perturbación del lecho marino, modificación del hábitat y asfixia asociados con las actividades de perforación		
Descargas de cemento (Incluido el taponamiento del pozo)	Calidad del sedimento	Modificación fisicoquímica del sedimento por el taponamiento del pozo sobre el lecho marino	Taponamiento y Desmovilización	(P) La selección del cemento considerará el mejor rendimiento ambiental y baja toxicidad mientras cumpla con el óptimo rendimiento técnico necesario para perforar de forma segura el pozo; (M) El exceso de cemento se enviará a la costa para su disposición final o reutilización (una vez que todas las actividades de perforación se completen).
Generación de residuos sólidos	Flora y fauna	Afectación de las comunidades de flora y fauna por el incremento en la generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos), derivado de las actividades del Proyecto	Todas las etapas	(M) Se desarrollarán e implementarán los PMR, diseñados para cumplir con lo dispuesto en el Artículo 28 de la LGPGIR, los cuales se entregarán a la ASEA. Los planes incluirán los procedimientos de recolección, almacenamiento, transporte y envío; los generadores deben identificar, clasificar, evitar la mezcla, empacar, etiquetar, almacenar, transportar, llevar a cabo una gestión integrada y notificar adecuadamente del cierre de las instalaciones; (M) Los residuos peligrosos o de manejo especial se gestionarán de acuerdo con los PMR del Proyecto autorizado por la ASEA; (M) El buque de perforación y los OSV/FSV cumplirán con el Anexo V de MARPOL 73/78 (según corresponda o requiera por clase de buque): Reglas para Prevenir la Contaminación por Basura de los Buques. Específicamente, el buque de perforación y los OSV (según corresponda o requiera por clase de buque) por lo que deberán contar con el PMR;

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
				(M) El contratista del buque de perforación implementará las pláticas de inducción correspondientes que incluyan controles preventivos y de mitigación para el manejo de residuos; (M) Los residuos inorgánicos como el plástico, metales, vidrio o redes sintéticas, serán almacenados, recolectados y transportados por el contratista autorizado para su disposición final en una instalación autorizada por la autoridad ambiental; (P) El Proyecto deberá asegurar que todos los aceites y grasas de cocina se recolecten, almacenen apropiadamente a bordo y transporten a una instalación registrada para su disposición en tierra; (M) Se espera que el buque de perforación y los OSV/FSV cuenten con un almacén temporal de residuos peligrosos, en cumplimiento con el Artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR considerando las características CRETIB de los residuos peligrosos; y, (M) Solamente las compañías de transporte e instalaciones de gestión de residuos que cuenten con las autorizaciones ambientales serán contratadas por el Proyecto o los contratistas.
Interferencia con otros usuarios del mar	Usuarios comerciales, recreativos, pescadores comerciales y artesanales	Impactos con embarcaciones comerciales, recreativas, embarcaciones pesqueras comerciales y artesanales asociadas con los traslados de los OSV/FSV y la movilización y presencia del buque de perforación	Movilización, Operación	(P) En consistencia con el Plan de Gestión Social (PGS) establecido en la EvIS, se comunicará dicho Plan con las autoridades del puerto y/o pesqueras correspondientes; (P) Se deberá compartir y comunicar el PRE del Proyecto con las autoridades locales correspondientes con injerencia en materia de protección civil dentro del marco legal vigente; (P) Presentar e implementar el Mecanismo Global de Retroalimentación Comunitaria de Shell, para permitir a los grupos de interés proveer una retroalimentación sobre el desempeño de Shell y obtener respuesta acerca de la misma. (P) Shell llevará a cabo una planeación integral acorde con el PL. (P) En el caso que se identifiquen embarcaciones que se aproximen a la zona de seguridad de navegación de 2,500 m alrededor del buque de perforación, incluidos los barcos de pesca, se contactará a dichas embarcaciones. (P) Se probarán los sistemas de DP del buque de perforación y los certificados de estos, antes de proceder a la perforación.
Incremento de Polvo, Ruido y Emisiones por Tráfico Vial	Usuarios existentes de caminos	Incremento de tráfico en caminos locales	Movilización, Operación	(P) Se contratarán compañías de transporte autorizadas; (P)) Se mantendrá el registro y custodia de los manifiestos del servicio de transporte de residuos (que incluyen la ruta).
	Receptores humanos existentes	Incremento en ruido, polvo y emisiones atmosféricas, asociadas con el aumento de tráfico terrestre y el helicóptero	Movilización, Operación	
Interacción Social con Comunidad Local (Empleo y Percepción)	Receptores humanos locales	Potencial generación de expectativas	Todas las etapas	(P) Se implementará el PGS de Shell (ver EvIS para ver más detalle); (M) Para maximizar los impactos positivos del Proyecto, Shell, siempre que sea posible, invitará a sus contratistas a que adquieran bienes y servicios ofrecidos por las compañías locales; (M) Las prácticas de empleo y capacitación del Proyecto se diseñarán e implementarán de manera ética, sostenible y socialmente responsable, respetando los principios de derechos humanos, los cuales están alineados con el propio Código de Conducta de Shell; y, (M) Shell comunicará e implementará el Mecanismo de Retroalimentación de la Comunidad, usado globalmente por Shell para permitir a los grupos de interés proporcionar comentarios sobre su desempeño.
		Percepción del Proyecto por el sector hidrocarburos	Todas las etapas	

Subfactor	Receptor	Impacto	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención, M=Mitigación y C=Compensación)
Contribución a la Sobrecarga de la Capacidad del Puerto	Usuarios existentes del puerto	Impacto en la capacidad del puerto existente	Movilización, Operación, Taponamiento y Desmovilización	(M) Shell, o su contratista manejará las operaciones del Proyecto para que se realicen de manera eficiente, lo que ayudará a minimizar la cantidad de viajes para OSV/FSV (y helicóptero) entre el buque de perforación y las bases de apoyo en tierra.

Fuente: AECOM 2021

6.4.2 Medidas preventivas y de mitigación para eventos no planeados

En la **Tabla 6-2** se presentan las medidas de prevención y mitigación por componente ambiental, propuestas para los impactos no planeados identificados y evaluados en el **Capítulo 5**.

Tabla 6-2. Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos No Planeados

Subfactor	Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención y M=Mitigación)
Colisión de embarcaciones/Pérdida de embarcaciones o equipo	Colisión de embarcaciones y pérdida del inventario de combustible, equipo y material	Todas las etapas	(M) De acuerdo con la OMI (2020), los operadores no utilizarán combustible de fracción pesada. El combustible de fracción pesada es más persistente en el medio marino que otros combustibles marítimos, por lo que las consecuencias de un derrame se reducen al eliminar su uso en el Proyecto; (M) Se seguirán los Procedimientos de Notificación de Incidentes de Shell, contenidos en el Plan de Implementación de SASISOPA, asegurando que todos los derrames se informarán siguiendo los requisitos presentados en el Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Petróleo y Sustancias Nocivas Peligrosas en Áreas Marinas de México; (M) Se implementará un PRE específico para el Proyecto y un PRD en línea con las pautas de IPIECA, IAP y IOGP, que estará sujeto a la aprobación de las autoridades reguladoras pertinentes antes de que comience la perforación. Uno de los objetivos principales del PRD es proteger los receptores sensibles a las cuestiones ambientales y sociales de la costa; (M) El buque de perforación y los OSV/FSV (según corresponda o sea requerido por clase de embarcación) tendrán un PCDHB, según MARPOL 73/78, Anexo I, Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos; y, (P) Shell preparará e implementará un PL, con el fin de minimizar la probabilidad de una colisión con otros usuarios del mar (ver la **Sección 6.7.5**).
	Hundimiento de embarcaciones y pérdida de inventario de combustible, equipo y material	Todas las etapas	
Colisiones con Fauna Marina	Colisión de embarcaciones con fauna marina	Todas las etapas	(M) Durante el tránsito hacia/desde el Área Contractual, los OSV viajarán a velocidades que generalmente no superarán los 22 km/h (12 nudos) y el FSV generalmente no excederá los 57 km/h (31 nudos).
Colisión de Vehículos Terrestres	Colisión de los vehículos terrestres con otros vehículos locales	Todas las etapas	(P) Se espera que las compañías transportistas trabajen con estrictos estándares de conducción, rutas y paradas seguras establecidas, con el fin de minimizar la probabilidad de una colisión con otros vehículos locales.
Colisiones con Fauna Terrestre	Colisión de los vehículos terrestres con la fauna terrestre	Todas las etapas	(P) Se espera que los conductores de los vehículos terrestres transitarán con estándares de conducción que ayudan a evitar colisiones con la fauna terrestre, tales como aplicar las técnicas de manejo defensivo y evitar, en la medida de lo posible, transitar cerca de infraestructura sensible como caminos sin pavimentar.
Vertimiento Accidental de Hidrocarburos, Residuos o Químicos de las Embarcaciones	Liberación accidental de hidrocarburo – liberación menor (menos de 100 litros)	Todas las etapas	(P) El reabastecimiento de combustible en el mar, durante las operaciones regulares del Proyecto, se planeará para que se realice en una base costera o en el buque de perforación. Este se realizará principalmente durante las horas del día; sin embargo, cuando sea necesario realizarlo durante la noche, se proporcionará la iluminación requerida; (P) El Proyecto utilizará mangueras de transferencia de líquidos aceitosos adecuadas, que hayan sido probadas para presión y certificadas. Las conexiones finales de estas serán autosellables y estarán equipadas con válvulas de seguridad que se cierran automáticamente cuando se desconectan; (P) Las operaciones de transferencia serán supervisadas en todo momento en los OSV y el buque de perforación; (P) Las grúas, ganchos, equipos de izamiento y eslingas del buque de perforación del Proyecto deberán estar certificadas por la entidad apropiada para prevenir la caída accidental de cargas al mar; (M) Se desarrollarán e implementarán el PRE, PRD, PCDHB y PMR, diseñados para atender la respuesta a emergencias y cumplir con lo dispuesto en el Artículo 28 de la LGPGIR y MARPOL 73/78, Anexo I. Los PMR serán entregados a la ASEA. Los planes incluirán los procedimientos de recolección, almacenamiento, transporte y envío; los generadores deben identificar, clasificar, evitar la mezcla, empacar, etiquetar, almacenar, transportar, llevar a cabo una gestión integrada y notificar adecuadamente del cierre de las instalaciones; (M) En caso de un derrame accidental, se seguirán los Procedimientos de Notificación de Incidentes de Shell, contenidos en el Plan de Implementación de SASISOPA, asegurando que los derrames se informarán siguiendo los requisitos presentados en el PNC; (P) Habrá sistemas de drenaje, contención y limpieza de derrames en todos los OSV/FSV y el buque de perforación, que incluyen un tanque de retención de residuos aceitosos y unidades de control de derrames a bordo, para pequeños derrames operativos y de mantenimiento. Las cuadrillas autorizadas serán entrenadas adecuadamente, supervisadas y realizarán ejercicios regularmente para contener y limpiar esos derrames; y (P) El buque de perforación y los OSV/FSV tendrán hojas de datos de seguridad (HDS) actualizadas y disponibles a bordo, ubicadas en el lugar de almacenamiento.
	Liberación accidental de hidrocarburo – liberación mayor (más de 100 litros)		
	Liberación accidental de residuos solidos		
	Liberación accidental de químicos		

Subfactor	Evento No Planeado	Etapa del Proyecto	Medidas a Implementar (P=Prevención y M=Mitigación)
Vertimiento Accidental de Hidrocarburos - Reventón del Pozo	Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en plancton y comunidades bentónicas (incluyendo corales)	Operación	(P) Durante la perforación del pozo, la tripulación de perforación utilizará equipos y procedimientos para mantener un sobre balance hidrostático (es decir, una presión del pozo que es mayor a la presión del fluido de la formación), a fin de prevenir un flujo de hidrocarburos hacia dentro del pozo. La densidad (es decir, relación entre peso y volumen) del fluido de perforación es controlada a fin de mantener un sobre balance de la presión de la formación, que mantiene al pozo estable. Las barreras de control secundarias permiten un paro de emergencia que permita que el pozo se cierre. Esto incluye el uso de un BOP equipado con válvulas hidráulicas y preventores de cierre total; (P) El Proyecto deberá realizar una evaluación de potenciales peligros someros a fin de identificar y evitar depósitos someros de gas que podrían ser encontrados durante la fase *riserless*; (P) El BOP cumplirá con las especificaciones requeridas, incluyendo interfaces remotas del ROV con las funciones clave de BOP y será sometido a pruebas de presión; (P) Si el pozo es suspendido temporalmente, el fluido de suspensión, los tapones mecánicos y la tapa de suspensión constituyen las barreras requeridas para prevenir flujo de la formación. Si el pozo es taponado, el fluido que permanezca en el pozo y los tapones de cemento forman las barreras. Estas barreras serán efectivas para toda la vida del pozo; (M) Todas las medidas de mitigación antes mencionadas, deben ser consideradas antes de presentar el Análisis de Riesgo detallado ante la ASEA (de acuerdo con el Artículo 17 de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos). Las medidas propuestas deberán cumplir con la Sección IV (Perforación) y la Sección VII (Manejo de Fluidos de Perforación) de dichas guías; (P) Se implementará un PRE específico para el Proyecto y un PRD en línea con las pautas de IPIECA, IAP y IOGP, que estará sujeto a la aprobación de las autoridades reguladoras pertinentes antes de que comience la perforación. Uno de los objetivos principales del PRD es proteger los receptores sensibles a las cuestiones ambientales y sociales de la costa. Se tendrá en cuenta los resultados y el análisis de los modelos de derrames de hidrocarburos que se muestran en el **Capítulo 5**, así como el ERA que acompaña a esta MIA-R. Con ese fin, el PRD establecerá métodos de respuesta táctica, procedimientos y estrategias para responder de manera segura a diferentes escenarios de derrames; y, (M) El Mecanismo de Retroalimentación de la Comunidad, usado globalmente por Shell será comunicado para permitir que las comunidades y otras partes externas involucradas proporcionen comentarios sobre el desempeño de Shell.
	Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en peces, mamíferos marinos y tortugas		
	Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en aves		
	Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en pesquerías		
	Liberación de hidrocarburo por el reventón de un pozo – impacto en áreas de conservación e importancia ecológica		
Venteo de Gas Hidrocarburo	Venteo de gas hidrocarburo – impacto en la calidad del aire	Operación	(M) En el caso improbable de una falla en el control del pozo que permita la entrada de gas H_2S al pozo, este gas se desviaría del buque de perforación y se incineraría con un quemador que minimice la producción de emisiones relacionadas con la combustión incompleta.
Descarga Accidental de Agua de Lastre al Mar	Descarga de agua de lastre que contenga EMI - impacto a la fauna y flora existente	Operación	Aunque es poco probable, aún no se ha definido si el buque de perforación, los OSV o FSV serán movilizados desde afuera del Golfo de México, por lo que: (M) Si fuera necesario, Shell, o su contratista, obtendrá un permiso de descarga de agua de lastre “proveniente de otras regiones” bajo la LVZMM; (P) Durante el Proyecto, el buque de perforación permanecerá en alta mar. No está planeado que el buque de perforación entre en las aguas costeras de México ni descargue agua de lastre durante la duración del Proyecto, lo cual reduce el potencial para introducir especies marinas invasoras en áreas sensibles cercanas a la costa donde puede ocurrir la proliferación de especies invasoras; (M) Se espera que el buque de perforación y los OSV/FSV (según sea aplicable o requerido por clase de embarcación) cumplan con el Convenio BWM, 2017 y contarán, por lo tanto, con un Certificado Internacional de Manejo de Agua de Lastre; y, (M) El sistema para la succión de agua de mar del buque de perforación (cajas de mar), a través del cual se extrae el agua de enfriamiento, se protegerá contra el crecimiento de algas, mediante un sistema de prevención de crecimiento marino. Esto reduce la probabilidad de que el buque de perforación transporte fauna.

Fuente: AECOM 2021

6.5 Medidas de compensación

6.5.1 Medida de compensación relacionada con el permiso de vertimiento de sólidos producto de la separación

En caso de que la SEMAR autorice el vertimiento de los SPS, y debido a que Shell tiene el compromiso de perforar varios pozos en los 9 bloques de aguas profundas asignados, Shell propone como medida de compensación integral la realización de un proyecto de investigación con enfoque holístico que englobe todos los bloques adjudicados en el Golfo de México, generando beneficios a las comunidades aledañas, a los investigadores y al país. Este proyecto formará parte del proyecto de "Biodiversidad Marina del Sur del Golfo de México" que tiene como objetivo contribuir para sentar las bases e iniciar un observatorio ambiental y ecológico marino en la región, partiendo de la premisa que para cualquier programa de manejo o monitoreo es crucial el conocimiento de la riqueza de especies. Este proyecto es liderado por un esfuerzo trinacional (México, Estados Unidos y Cuba) y, en México, es liderado por la UNAM con apoyo de la CONABIO y el Instituto Harte (*Harte Research Institute of Texas A&M University*) que es líder en investigación marina en los EE. UU. y un socio de largo plazo de Shell. Durante los últimos tres años han mapeado la biodiversidad en el sur del Golfo de México. La primera fase del Proyecto estuvo enfocada en Mérida y se espera que concluya en 2020.

El objetivo es continuar explorando y documentando la biodiversidad marina de los arrecifes de coral y los hábitats seleccionados cerca de la costa en el sur del Golfo de México para completar la brecha de conocimiento existente para esa región. La creación de esta base de datos de diversidad geográfica permite el análisis y la gestión de riesgos de arrecifes de coral no estudiados, áreas costeras críticas e informar a los administradores de recursos y a los actores de toma de decisión acerca de las cuestiones prioritarias que deben abordarse para asegurar o incrementar la salud del Golfo. La decisión de cual arrecife o área a estudiar se discutirá y acordará con la CONANP, así como el detalle del proyecto.

Otras partes clave en el programa de investigación colaborativa es compartir datos de alto valor y detallados con la comunidad científica y no-científica mexicana y mundial a través de la publicación de los resultados en las bases de datos BioGoMx (https://bdmy.org.mx/) y GulfBase (https://www.gulfbase.org/), disponibles a todos en inglés y español.

Con la expansión de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en el sur del Golfo, es relevante entender y documentar las áreas marinas importantes que son clave para un ecosistema y ambiente sano y productivo. Considerando esto, como medida de compensación en el Proyecto evaluado en esta MIA-R, Shell propone coadyuvar a completar esta brecha de conocimiento a través del establecimiento de un convenio de colaboración con la UNAM, a través del Instituto Harte, para apoyar la extensión del proyecto existente conocido como "Proyecto de Mapeo de Biodiversidad en el Golfo de México".

Partiendo de que al momento de elaboración de esta MIA-R se tienen platicas preliminares con las instituciones a cargo del "Biodiversidad Marina del Sur del Golfo de México", y de que es necesario involucrar la CONANP antes de definir los detalles del proyecto, aún no se cuenta con un plan de trabajo definido, por lo que una vez obtenida la autorización de la MIA-R se establecerán las líneas de trabajo, así como los detalles del mismo convenio de colaboración.

6.6 Resumen de las medidas a implementar y los impactos residuales

6.6.1 Impactos planeados

Se prevé que las actividades planeadas del Proyecto resulten en impactos residuales ambientales, con una significancia variando entre **Insignificante** y **Menor** después de la implementación de las medidas de mitigación propuestas y presentadas en la sección anterior. Dichos impactos se evaluaron con la metodología descrita en la **Sección 5.2** del **Capítulo 5**.

Los procedimientos desarrollados en el PVA (ver **Capítulo 7** proporcionarán detalles acerca de cómo se incorporarán dichas medidas al Proyecto, asegurándose de que los impactos ambientales sean reducidos a niveles ALARP.

En el **Capítulo 8, Sección 8.2.5** se presenta un resumen de los impactos residuales posteriores a la implementación de medidas preventivas y de mitigación para las actividades planeadas.

6.6.2 Eventos no planeados

Como se discutió anteriormente, el objetivo al gestionar eventos no planeados es enfocarse, en primer lugar, en prevenir que ocurran; y, en segundo lugar, en caso de que ocurran, asegurarse que los planes y medidas estén implementados para ayudar a reducir la severidad de dichos incidentes y, cuando sea apropiado, compensarlos en caso de que ocurran. Por consiguiente, se identificaron una serie de medidas de mitigación que ayudarán a reducir la probabilidad de que los eventos ocurran, como se describió anteriormente en las **Secciones 6.4.1** y **6.4.2**.

Cabe mencionar que la evaluación de los eventos no planeados ha supuesto que, en el caso de que ocurriera un evento, se llevará a cabo en el área donde hay un receptor sensible presente. En la realidad, este no sería siempre el caso y, por lo tanto, esta evaluación se considera como el peor caso de un escenario.

Un resumen de los impactos residuales, resultado de los eventos no planeados identificados, se muestra en el **Capítulo 8, Sección 8.2.5**.

6.7 Descripción de los planes y programas para prevenir y mitigar los impactos ambientales

6.7.1 Programa de Vigilancia Ambiental

De acuerdo con la Guía regional de la SEMARNAT, la política federal en materia ambiental, la LGEEPA y el GIIP, Shell preparará un PVA, que asegure la implementación de las medidas de mitigación para minimizar los impactos ambientales y sociales. Este PVA tomará en cuenta la significancia de los impactos ambientales y sociales evaluados en esta MIA-R.

En esta etapa del proceso de planificación del Proyecto no es posible proporcionar los planes y procedimientos finales, ya que el buque de perforación específico aún no se ha confirmado. Una vez que se confirme, se desarrollarán los planes y procedimientos precisos, de acuerdo con lo que se describe en esta sección para monitorear y controlar las medidas de mitigación propuestas, a fin de asegurar su implementación efectiva, incluidos los procedimientos de supervisión y corrección.

El PVA se alineará al sistema de gestión ambiental del contratista de perforación designado para perforar el pozo. Shell también designará a un responsable para que se encargue de ejecutar y revisar el PVA, así como de supervisar y auditar su implementación por parte de empleados y contratistas.

Cabe mencionar, que Shell realizará la gestión del Proyecto a través del Plan de Gestión Integral, que incluye el PVA presentado en este documento y el PGS incluido en la EvIS que se presentó ante la SENER (**Figura 6-1**). En este sentido, el PVA como documento gobernante de la supervisión y verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación, tendrá los planes que se esquematizan en la **Figura 6-1**.

6.7.1.1 Objetivo

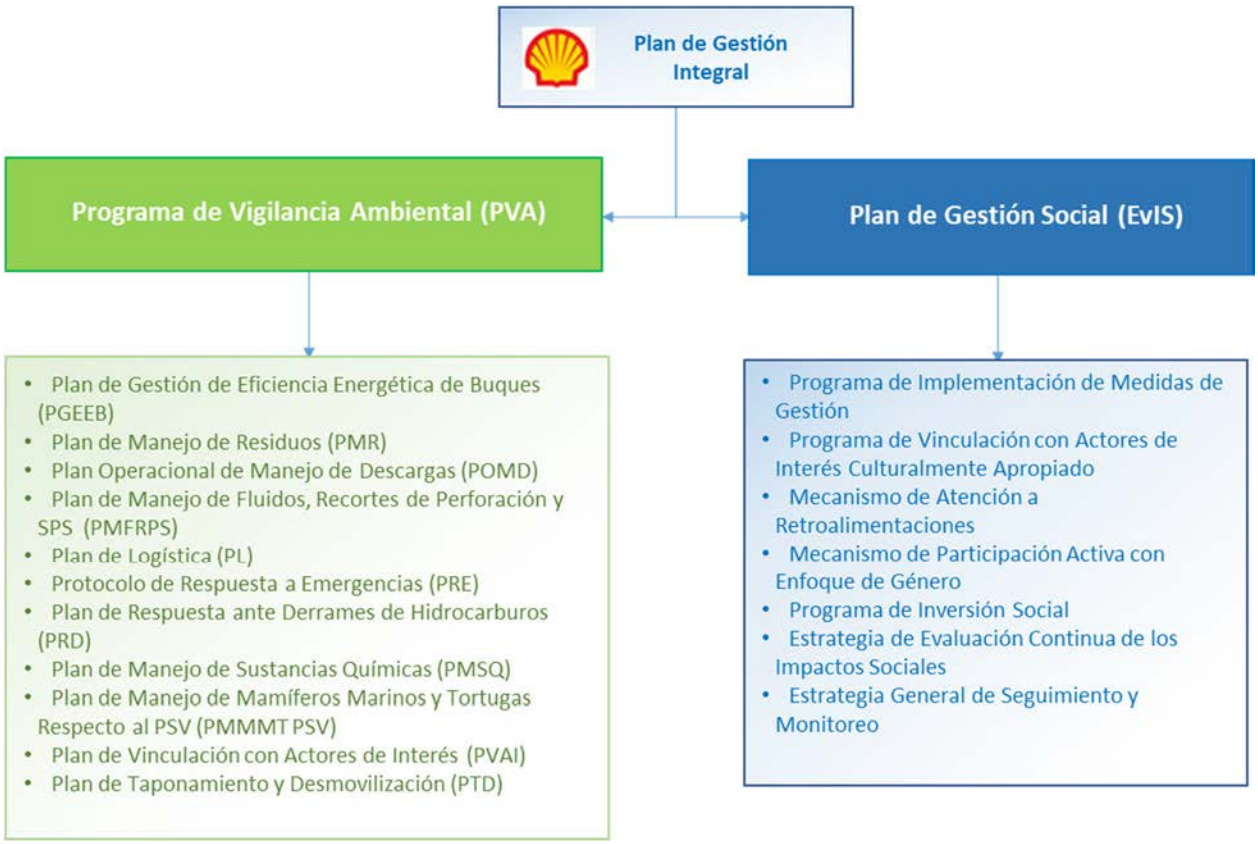
El objetivo general del PVA es proporcionar los lineamientos ambientales y técnicos para proteger los recursos naturales del SAR. Sus objetivos específicos son asegurar la implementación de las medidas que han sido propuestas para reducir los impactos del Proyecto y demostrar su efectividad. Esto incluye las medidas de diseño de control que están incorporadas en el diseño del Proyecto, así como las medidas de mitigación adicionales que se han identificado para reducir o eliminar aún más los impactos adversos identificados.

Shell reportará el desempeño ambiental a las autoridades competentes, según lo indique la ASEA. El informe incluirá la documentación que demuestre que las medidas de mitigación se cumplieron.

6.7.1.2 Alcance

El PVA incluirá diversos planes para atender y minimizar los impactos ambientales y sociales durante la perforación exploratoria y las actividades asociadas. La estructura y el nombramiento de los planes dependerán, en la práctica, en cierta medida de los planes y procedimientos existentes en el Sistema de Gestión Ambiental del contratista de perforación seleccionado. Además, algunos de los planes aquí mencionados pueden ser procedimientos subsidiarios dentro de otros planes o pueden unirse en planes combinados.

Figura 6-1. Programa de Vigilancia Ambiental



Fuente: AECOM 2021

La mayoría de los planes que se esquematizan en la **Figura 6-1** como parte del PVA formarán parte del sistema de gestión ambiental de Shell que se alineará con el plan del contratista de perforación asignado para perforar el pozo.

A continuación, se describe el objetivo y alcance general de los planes propuestos que conforman el PVA, los cuales se desarrollarán una vez que se obtengan las respectivas autorizaciones.

6.7.2 Plan de Manejo de Residuos

6.7.2.1 Objetivo

Considerando las convenciones internacionales para la gestión de residuos en el mar (MARPOL 73/78, Anexo V), la LGPGIR y las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos; Shell preparará y ejecutará los PMR para la gestión de los residuos generados por sus actividades en todas las etapas del Proyecto según su origen y nivel de riesgo. De acuerdo con la regulación mexicana, se requieren PMR para residuos peligrosos y residuos de manejo especial, por separado. Adicionalmente, se espera que el buque de perforación y los OSV/FSV cumplan con MARPOL 73/78 (según aplique por la clase de buque) y cuenten con un "Plan de Gestión de Basuras" especifico.

La Jerarquización del Manejo de Residuos, ilustrada en la **Figura 6-2**, clasifica los diferentes tipos de actividades de manejo de residuos en orden jerárquico. En términos generales, establece que evitar la generación de residuos es la opción prioritaria, seguida por la minimización de cantidades y peligros de los residuos generados. Después, indica que se prefiere la reutilización, recuperación y reciclaje sobre el tratamiento de residuos, y que la disposición final debe considerarse como el último recurso. El PMR se basará en esta jerarquía de residuos, priorizando su minimización en la fuente y promoviendo la reutilización de materiales y la separación y almacenamiento temporal de materiales reciclables. El objetivo será proteger la salud y la seguridad de los trabajadores y proteger el medio ambiente, y contendrá objetivos o indicadores clave de desempeño contra los cuales se pueda medir el mismo.

Figura 6-2. Jerarquía de Residuos



Fuente: AECOM 2020

6.7.2.2 Alcance

Los PMR se aplicarán a las actividades que forman parte de la campaña de perforación exploratoria que generan residuos. Se establecerán procedimientos a seguir por parte de los empleados, contratistas y subcontratistas. Los procedimientos en los PMR incluyen:

- Minimización desde su fuente;
- Recolección y separación de residuos;
- Almacenamiento temporal;
- Transporte a tierra; y,
- Tratamiento y/o disposición final (en tierra).

Cada una de estas etapas se describen a continuación.

6.7.2.3 Minimización desde su fuente

La minimización de residuos a bordo y la reutilización de materiales costa afuera reducirán la cantidad de residuos que deben almacenarse, tratarse y transportarse a tierra para su tratamiento y/o disposición. Esto beneficia al medio ambiente y reduce el riesgo de contaminación por residuos.

6.7.2.4 Recolección y segregación de residuos

El contratista de perforación determinará las actividades que puedan generar diferentes tipos de residuos y los recipientes hechos de materiales adecuados se ubicarán en estaciones convenientes de recolección de residuos que no bloqueen los pasillos. Los contenedores se designarán por tipos de residuos y se etiquetarán para facilitar el uso correcto de los mismos y evitar la mezcla con o entre residuos peligrosos. Los contenedores de residuos tendrán tapas, cuando sea necesario, y se mantendrán en buenas condiciones.

Los generadores deben llevar a cabo una gestión integrada de los residuos, incluyendo la segregación, almacenamiento y transporte, y notificar adecuadamente el cierre de las instalaciones. Los residuos sólidos y líquidos generados se segregarán y almacenarán en contenedores apropiados a bordo. Los residuos peligrosos y especiales se almacenarán por separado y de acuerdo con los controles operativos a bordo.

De acuerdo con la NOM-149-SEMARNAT-2006, el Anexo V de MARPOL 73/78 y las Pautas para la Implementación del Anexo V de MARPOL 73/78 de 2012 (RESOLUCIÓN MEPC.219 [63]), los residuos de alimentos del buque de perforación se molerán o triturarán a un tamaño de partícula de no más de 25 mm antes de ser descargados al mar. De relevancia para el Proyecto es el hecho de que el Golfo de México está inmerso en la Región del Gran Caribe, que está designada como Zona Especial con respecto al Anexo V de MARPOL 73/78. Como resultado, todos los barcos, excepto las plataformas, solo pueden descargar residuos de alimentos triturados o molidos cuando la distancia sea mayor a 12 mn de la tierra más cercana y en ruta. Las plataformas costa afuera ubicadas a más de 12 mn de la tierra más cercana (como el buque de perforación al perforar el pozo) y los buques cuando se encuentran a lo largo o a menos de 500 m de dichas plataformas también pueden descargar residuos de alimentos triturados o molidos. Los huesos y otros restos de alimentos que no sean aptos para maceradores se embolsarán y se transferirán a la costa para su eliminación. Todos los aceites y grasas para cocinar se recolectarán, almacenarán adecuadamente a bordo y se transportarán a una compañía autorizada en tierra para su disposición.

Diariamente, los residuos se transferirán a las áreas de almacenamiento temporal de residuos del buque de perforación. Los trabajadores encargados de recolectar y manejar los residuos recibirán un Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado a los tipos de riesgos planteados por esas actividades.

6.7.2.5 Almacenamiento temporal

Se espera que el manejo y almacenamiento de materiales y sustancias químicas cumplan con la regulación en materia de condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (NOM-005-STPS-1998).

Las embarcaciones del Proyecto deberán tener un área específica para el almacenamiento temporal de residuos de conformidad con el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Las áreas de almacenamiento de residuos:

- Estarán claramente señalizadas;
- Contarán con las HDS de todas las substancias peligrosas. Dichas HDS serán fácilmente accesibles para todos los empleados en el idioma local;
- Serán de acceso restringido a los trabajadores que han sido capacitados en el manejo de residuos;
- Estarán designadas como áreas de no fumar;
- Contarán con kits de respuesta a derrames que contengan equipos de respuesta apropiados para el riesgo que representan las clases de residuos almacenados (por ejemplo, materiales absorbentes, agentes

neutralizantes, extintores de incendios, EPP, palas) e instrucciones para el uso de equipos de respuesta de derrames; y,

- Estarán sujetas a inspecciones regulares para detectar fugas y derrames señales de oxidación en los contenedores y posibles fallas de contención.

El almacenamiento de residuos tendrá en cuenta la naturaleza física, química y biológica de los residuos, teniendo en cuenta la posible incompatibilidad de diferentes residuos. Los residuos peligrosos que son corrosivos, inflamables, reactivos o tóxicos se almacenarán en partes separadas del área de almacenamiento temporal de residuos. Los materiales de residuos volátiles se mantendrán en áreas bien ventiladas. Los residuos inflamables se almacenarán lejos de fuentes de calor, chispas, llamas u otros medios de ignición.

6.7.2.6 Transporte

Los residuos peligrosos serán transportados (conforme a los Artículos 85 y 86 de la LGPGIR) a las bases en tierra designadas por medio de los OSV/FSV apropiados para su disposición final, de acuerdo con las regulaciones mexicanas y las convenciones internacionales. También se espera que el transporte de residuos cumpla con todos los requisitos legales aplicables.

El contratista de perforación y los otros operadores de embarcaciones del Proyecto mantendrán un registro de los residuos generados por las diferentes actividades durante el Proyecto cumpliendo con la legislación actual de gestión de residuos sólidos. El registro incluirá la caracterización de los residuos, así como los manifiestos de la disposición adecuada en conformidad con la legislación aplicable.

Los PMR incluirán procedimientos diseñados para evitar derrames de residuos durante la carga, el transporte y la descarga. Los residuos se contendrán en recipientes adecuados para evitar derrames y se identificarán con su contenido. Los envíos de residuos a la costa se registrarán en los manifiestos de los OSV/FSV indicando el tipo de residuo, número y tipo de contenedores y peso. Los PMR especificarán un sistema de documentación (sistema de manifiestos de transferencia de residuos) que garantiza un rastreo auditable para los residuos no peligrosos y peligrosos hasta el sitio de disposición final o recuperación. Los manifiestos incluirán el nombre del supervisor responsable de verificar los envíos, y los nombres de los OSV/FSV, el contratista de transporte de residuos en tierra y el operador del sitio de disposición final o reciclaje de residuos.

Se contratará a una compañía autorizada para transportar residuos a los sitios de disposición o recuperación. Los vehículos de transporte de residuos estarán sellados o equipados con cubiertas para evitar el derrame de los residuos cuando sea necesario. Los conductores de los vehículos deberán cumplir con las regulaciones nacionales de tránsito y, cuando aplique, con los requerimientos corporativos. Los vehículos mostrarán letreros que indican los peligros que representan los residuos que transportan y estarán equipados con el equipo adecuado para responder a cualquier derrame accidental, cuando sea el caso.

El vehículo llevará una copia de la documentación del envío de residuos (Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos) al sitio de disposición final. Se realizará una conciliación de los residuos transferidos desde el buque de perforación y la cantidad recibida en los sitios de disposición o reciclaje en tierra mediante el sistema de notas de transferencia de residuos.

6.7.2.7 Tratamiento y/o disposición final (en tierra)

Shell tomará medidas para asegurarse que los residuos que requieren tratamiento y/o disposición se traten/dispongan en sitios que cuenten con las autorizaciones adecuadas para la categoría de residuos. El sitio completará la documentación de envío mediante el manifiesto con los residuos que han recibido.

6.7.2.8 Autorizaciones, registro e informe anual

Los PMR cumplirán con los siguientes requisitos:

- De acuerdo con los Artículos 28 y 46 de la LGPGIR, Shell presentará los PMR a la ASEA y se registrará como Gran Generador de residuos peligrosos con la ASEA antes de comenzar las actividades. Shell

mantendrá una bitácora de generación de residuos peligrosos (con información proporcionada por el contratista de perforación y los operadores de embarcaciones del Proyecto) y presentará un informe anual a la ASEA, según el artículo 46 de la LGPGIR.

- De acuerdo con los artículos 6 y 10 de las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos, Shell presentará los PMR a la ASEA y se registrará como generador de residuos de manejo especial con la ASEA antes de comenzar las actividades. Shell también mantendrá una bitácora de generación de residuos de manejo especial y presentará a la ASEA un informe anual, según los Artículos 34 y 35 de dichas Disposiciones.
- Como parte de la COA, Shell informará la cantidad de residuos peligrosos generados, manejados y dispuestos por el Proyecto, el tiempo de almacenamiento de los residuos y el progreso en relación con los objetivos del PMR.

El transporte, recolección, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos se llevarán a cabo con prestadores de servicios previamente autorizados y se espera que cumplan con todas las disposiciones federales aplicables.

6.7.3 Plan Operacional de Manejo de Descargas

Teniendo en cuenta las convenciones internacionales aplicables y la legislación ambiental nacional, el POMD manejará el tratamiento y la descarga de aguas residuales domésticas, aguas de sentina, aguas de enfriamiento y salmuera de unidades de ósmosis inversa (como se describe en el **Capítulo 2**).

6.7.3.1 Objetivo

El objetivo es garantizar que todas las descargas cumplan con la legislación aplicable y se minimice el riesgo de contaminación de las aguas del Golfo de México. Como se mencionó anteriormente, este plan puede combinarse en la práctica con otros planes y, por lo tanto, quizás no constituya un documento independiente en la práctica, pero se incorporará el contenido que se describe a continuación.

6.7.3.2 Alcance

El POMD se aplicará a el buque de perforación y los OSV/FSV que descarguen aguas residuales domésticas, agua congénita, agua de lastre (en caso de que ocurra) y agua de sentina durante la campaña de perforación. Especificará el equipo que utilizarán el buque de perforación y los OSV/FSV para tratar estas aguas y cumplir con los estándares de descarga aplicables. Las aguas residuales tratadas que cumplan con los límites establecidos por la ley y/o el GIIP se descargarán al mar. Específicamente, se implementarán los siguientes:

- El drenaje de la plataforma, el agua de sentina y el agua de desagüe se recogerán y se bombearán a uno o más separadores de agua/aceite equipados con un analizador en línea. La fluorescencia UV (o tecnología equivalente compatible con MARPOL 73/78) se usará para la determinación de aceite en agua. De acuerdo con el Anexo I de MARPOL 73/78, solo se descargará agua no aceitosa (es decir, <15 ppm de aceite y grasa, máxima lectura instantánea del monitor de descarga de aceite). De acuerdo con la Regla 17 del Anexo I de MARPOL 73/78, se mantendrá un Libro de Registro de Hidrocarburos para registrar las descargas. Si el agua supera el umbral, se activará una alarma en el puente y el agua se desviará a un tanque de decantación. El agua y el aceite asociado del tanque de decantación, lodo o emulsiones se transportarán a la base en la costa para su disposición adecuada y autorizada.
- El buque de perforación y los OSV/FSV cumplirán con MARPOL 73/78 (según corresponda o sea requerido por la clase de buque) Anexo IV: Reglamentos para la Prevención de la Contaminación por las Aguas Sucias de los Buques. Específicamente, los buques del Proyecto (según sea aplicable o requerido por clase de buque) (a) estarán equipados con una planta de tratamiento de aguas residuales aprobada por MARPOL 73/78; (b) realizar pruebas periódicas de la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo con el ISPCC de MARPOL 73/78; y (c) no descargar aguas residuales dentro de las 12 mn de la costa.

- Las aguas grises se descargarán al mar (sin tratamiento) siempre que no se vea materia flotante o tengan un brillo visible.
- El Proyecto usará fluido de control del BOP de bajo impacto ambiental.
- Shell o el subcontratista solicitará el permiso de la CONAGUA para la descarga de aguas residuales de acuerdo con el Artículo 90 de la LAN y las condiciones establecidas en el permiso se cumplirán.
- El buque de perforación no almacenará el agua que ha estado en contacto con el aceite en los tanques de agua de lastre. En caso de que hubiera una descarga de agua de lastre, esta no será tratada químicamente.

Se preparará un reporte del volumen agua tratada descargada y se documentará en la COA de conformidad con el R LGEEPA RETC.

El POMD proporcionará la descarga de emergencia de cantidades limitadas de aguas residuales cuando sea necesario por la seguridad del buque o en caso de fallo del equipo.

6.7.4 Plan de Manejo de Fluidos, Recortes de Perforación y SPS

Este plan especificará los procedimientos para el manejo, uso y descarga de los diferentes tipos de fluidos de perforación (y los recortes y SPS asociados) que se utilizarán y generarán durante la campaña de perforación, de acuerdo con los permisos de descarga de la SEMAR.

6.7.4.1 Objetivo

El PMFRPS tiene como objetivo evitar la contaminación del medio ambiente con procedimientos para el manejo de los fluidos de perforación, recortes de perforación con WBDF y los SPS, mientras se perfora un pozo de exploración.

6.7.4.2 Alcance

Este plan se aplicará a todas las actividades de perforación y será implementado por el contratista de perforación. Como se mencionó anteriormente, este plan puede combinarse en la práctica con otros planes y, por lo tanto, quizás no constituya un documento independiente en la práctica, pero se incorporará todo el contenido que se describe a continuación.

6.7.4.3 Lodos de perforación

El plan establecerá los diferentes enfoques para el manejo de recortes con WBDF y los SPS de acuerdo con los permisos de descarga y vertimientos de la SEMAR. Los WBDF se mezclarán en el buque de perforación utilizando agua dulce o agua de mar, con la adición de productos químicos suministrados por el OSV, en las cantidades que se espera se requieran para la perforación *riserless*. Cuando estén en uso, se almacenarán en tanques y se circularán dentro del pozo. Durante la perforación *riserless*, los WBDF, junto con los recortes de perforación generados, serán liberados desde el pozo en el lecho marino (ver **Capítulo 2**).

El NADF se mezclará en tierra por un proveedor y se enviará al buque de perforación mediante los OSV. Se transferirá de los tanques de almacenamiento en los OSV a los tanques de almacenamiento de fluido de perforación en el buque de perforación. El fluido de perforación se acondicionará con productos químicos y fluido base suministrado por el OSV. Durante la perforación, el NADF circulará a través del pozo y el *riser* para llevar los recortes de perforación al buque de perforación. Después de que los agitadores de lutitas y el equipo de control de sólidos hayan retirado los recortes del NADF, se almacenará en los tanques de almacenamiento de fluido de perforación del buque de perforación y se recirculará a través del pozo. El líquido NADF no se descargará. Cualquier NADF que no pueda ser reciclado y reutilizado se transferirá a tanques en los OSV para su transporte a tierra para tratamiento y/o destino final.

6.7.4.4 Recortes de perforación con WBDF y SPS

El plan establecerá los diferentes enfoques para manejar los recortes de perforación de las secciones de pozo perforadas con WBDF y los SPS.

Los recortes de perforación con WBDF a partir de la fase de perforación *riserless*, serán descargados al mar en el lecho marino.

El caso base para el Proyecto es aplicar las GIIP según lo establecido por la EPA, por lo que los SPS solo se descargarán cuando la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. Bajo el escenario de descarga, los NADF serán preparados con fluido base sintética del Grupo III (Olefinas internas), que cumplen con ciertos límites de toxicidad, biodegradabilidad y bioacumulación del fluido base. De las tres categorías principales de los fluidos base, clasificados según el contenido aromático del fluido base, el Grupo III tiene un impacto reducido en la salud de los trabajadores y en el medio ambiente acuático (IOGP 2016b). No debe haber contenido de aceite libre detectado con la prueba estática de brillo ni trazas de petróleo de formación. En caso de que no se puedan cumplir los límites establecidos por los permisos de descarga, los recortes no serán acondicionados en el buque de perforación y se transportarán a tierra para su tratamiento o disposición final en una instalación autorizada.

Se llevará un registro diario del volumen de WBDF utilizado y liberado desde el pozo, el volumen de SPS descargados y el volumen de recortes no acondicionados que serán enviados a la costa, así como de la verificación de que la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF.

Además, se realizará una inspección con ROV de cada ubicación de perforación antes y después de perforar el pozo. El ROV registrará la ubicación y el tamaño de cualquier acumulación de recortes visibles en el lecho marino en el sitio del pozo y capturará las imágenes de video que muestren su alcance (dentro de los límites operativos del ROV).

El gerente de HSE de Shell será responsable de auditar la implementación de este plan.

6.7.5 Plan de Logística

La actividad de perforación exploratoria será apoyada por movimientos de:

- Helicóptero que transportará personal desde y hacia de uno de los tres aeropuertos;
- OSV/FSV que transportarán suministros y residuos hacia y desde cualquiera de las cuatro bases logísticas; y,
- Camiones que transportarán residuos desde la base logística hasta las plantas de tratamiento, las instalaciones de reciclaje y los sitios de disposición final.

Shell preparará un PL para coordinar el movimiento de personas, materiales y residuos.

6.7.5.1 Objetivo

El objetivo del PL es asegurar que todos los traslados con las embarcaciones y vehículos se realicen sin accidentes. Los traslados serán planeados y realizados únicamente si se pueden llevar a cabo con seguridad sin causar daño ni al personal del Proyecto ni a terceras partes o al medio ambiente, considerando la sensibilidad de las especies que pueden ser afectadas. Como se mencionó previamente, este plan será, en la práctica, combinado con otros planes y, por lo tanto, no constituirá un documento independiente, sino que se incorporará todo lo que se describe a continuación.

6.7.5.2 Alcance

El PL se aplicará a todos los viajes emprendidos para el Proyecto y contendrá planes subsidiarios separados con procedimientos para los OSV, FSV, helicóptero y vehículos terrestres.

El PL especificará los tipos de embarcaciones, aeronaves y vehículos que se pueden utilizar y las auditorías e inspecciones de la condición de la embarcación, aeronave o vehículo y su equipo antes de que se apruebe su uso.

El PL especificará las calificaciones que se requieren del personal a cargo de las aeronaves y embarcaciones y exigirá que los conductores de vehículos terrestres cumplan con las normas aplicables, tales como las normas nacionales de tránsito, sensibilidades ambientales locales y, cuando corresponda, los requisitos corporativos.

El PL se alineará con las medidas de mitigación existentes implementadas para cada aeropuerto identificado para las operaciones de helicópteros en el área.

6.7.6 Protocolo de Respuesta a Emergencias

Como parte del proceso de autorización del SASISOPA, Shell desarrollará y presentará a la ASEA un PRE integral para la campaña de perforación exploratoria. El PRE tomará en cuenta una serie de posibles escenarios de emergencia, incluyendo: reventones del pozo, colisión de buques, accidentes de helicópteros, descargas accidentes al mar, incendios, explosiones, emergencias medias, desastres naturales/clima extremo, y evacuación y taponamiento del buque de perforación.

El PRE incluye un PRD, Plan de Respuesta a Emergencias Médicas, Plan de Control de la Fuente, y el Plan de Respuesta a Emergencias del buque de perforación.

6.7.6.1 Objetivo

El objetivo del PRE es describir y resumir el marco de referencia, recursos y materiales que se necesitan para una respuesta rápida, segura y eficiente a todos los incidentes, sin importar el tamaño o complejidad. El PRE proporciona a los empleados y contratistas de Shell los lineamientos para el asesoramiento y guías prácticas para la preparación y respuesta a emergencias e incidentes. La implementación del PRE busca una gestión eficiente de cualquier incidente, regresando a las condiciones normales de operación tan rápido como sea posible y minimizando el impacto a las personas, el ambiente y la comunidad.

6.7.6.2 Alcance

El PRE será específico para el SAR y tomará en cuenta la sensibilidad ambiental del mismo y de las áreas colindantes.

El PRE se basará en el sistema de gestión de incidentes que proporciona, al personal y a otros recursos, referencias rápidas de información, detalles de contacto, procedimientos de respuesta y requerimientos para reportar en caso de que ocurra una emergencia. El PRE se enfocará en minimizar las consecuencias de emergencias que representen un riesgo para la salud y seguridad de las personas, y para causar daños ambientales.

Todos los empleados, contratistas y subcontratistas recibirán una capacitación de concientización general para implementar este PRE, incluyendo cómo generar una alarma si se observa una situación de emergencia potencial, y el comportamiento esperado en la respuesta. Se proporcionará entrenamiento específico a personal seleccionado y a contratistas que tienen un rol en los equipos de respuesta a emergencias. El PRE proporcionará simulacros de emergencia para diferentes escenarios y tipos (como de comunicación, de tablero y de despliegue total), incluyendo aquellos que deben ser notificados a las autoridades relevantes y se realizarán en presencia de observadores oficiales.

El PRE es un documento activo que se actualizará basándose en criterios de evaluación definidos, como, pero no limitados a, cualquier cambio en las capacidades de respuesta, instalaciones y/o equipo principal, finalización de operaciones, cualquier incremento significativo en la clasificación de riesgos de un escenario de emergencia, la

implementación de nuevos escenarios, la implementación de lecciones aprendidas de ejercicios o incidentes reales, o cambios en las leyes aplicables. El documento contendrá un registro de las actualizaciones y el estado de la revisión.

El PRE se distribuirá a la gerencia del Proyecto de perforación exploratoria (en tierra y costa afuera) y con el contratista de perforación. Se contará con copias adicionales a bordo del buque de perforación y se presentará a las autoridades relevantes.

6.7.7 Plan de Respuesta ante Derrames

6.7.7.1 Objetivo

Como parte del proceso de autorización del SASISOPA, Shell presentará a la ASEA el Plan de Implementación del SASISOPA, que incluye elementos de respuesta a emergencias, incluyendo respuesta a derrames, basándose en el PRD integral, en conformidad con el PNC-2016. El PRD es un plan que describe las acciones apropiadas para limitar la contaminación de cualquier derrame de hidrocarburos. Podrá estar relacionado con planes complementarios, tales como el PCP, también presentado como parte del SASISOPA. El PCP establece los procedimientos y responsabilidades para lidiar con brotes o reventones del pozo, y los métodos a utilizar, así como los niveles de capacitación requeridos para que el personal del buque de perforación reconozca ambos.

6.7.7.2 Alcance

El PRD es el documento operacional preparado en caso de un derrame de hidrocarburos o de alguna sustancia peligrosa para:

- Permitir la identificación de la estructura organizacional y recursos a tomar en cuenta en el esfuerzo de respuesta, particularmente para las acciones de respuesta iniciales;
- Garantizar que los esfuerzos de respuesta desplegados son los más adecuados para la evaluación inicial del incidente y los recursos identificados como potencialmente en riesgo; y
- Mitigar las consecuencias generales del derrame.

El PRD cubre todas las actividades asociadas con la perforación costa afuera del pozo, considerando las operaciones realizadas en el buque de perforación. Se consideran las fugas de líquidos tales como crudo, diésel y sustancias peligrosos.

El PRD está preparado y organizado para proporcionar información útil y necesaria, así como documentos guía para:

- La brigada de respuesta inicial
- La persona a cargo en sitio
- El Equipo de Manejo de Incidentes de Shell

El PRD cubre cualquier derrame de crudo, diésel o sustancia peligrosa para establecer las respuestas adecuadas, incluyendo, pero no limitadas a:

- Seguridad
- Evaluación del Derrame
- Vigilancia
- Control de la Fuente
- Contención y Recuperación Costa Afuera
- Contención y Recuperación Costera

- Manejo y Disposición de Residuos

En caso de un reventón del pozo subacuático, se activará el Plan de Control de la Fuente, este plan presenta las actividades de respuesta enfocadas a asegurar la fuente, mientras que las acciones del PRD se enfocan en los hidrocarburos derramados.

6.7.8 Plan de Manejo de Sustancias Químicas

Shell acordará con el contratista de perforación un PMSQ que establece las condiciones para el suministro, almacenamiento y uso de productos químicos.

6.7.8.1 Objetivo

El objetivo del plan es establecer criterios para la selección de productos químicos que favorecen a los productos que presentan un riesgo menor para el medio ambiente y garantizar que el transporte, almacenamiento y uso de los productos químicos se realicen de manera segura. Como se mencionó anteriormente, este plan puede combinarse en la práctica con otros planes y, por lo tanto, quizás no constituya un documento independiente en la práctica, pero se incorporará todo el contenido que se describe a continuación.

6.7.8.2 Alcance

Los químicos serán suministrados al buque de perforación por las compañías de servicio (por ejemplo, para lodos de perforación, cemento) y por el contratista de perforación (por ejemplo, detergentes para lavado de equipos, grasas, grasa para tubería, etc.). Los proveedores deberán proporcionar listas de los productos que se suministrarán, y los productos se analizarán para determinar el riesgo que su uso representa para el medio ambiente marino. Los nombres y las cantidades de productos químicos se incluirán en los permisos, según sea necesario; cada proveedor de servicios mantendrá un inventario de uso y descarga de productos.

Cada producto se suministrará con una HDS y se empaquetará, almacenará y utilizará de acuerdo con las recomendaciones de seguridad y medioambientales de las HDS. Los productos químicos excedentes se regresarán al proveedor al final de cada etapa o de la campaña de perforación.

6.7.9 Plan de Manejo de Mamíferos Marinos y Tortugas Respecto al PSV

6.7.9.1 Objetivo

El PMMMT PSV tiene como objetivo minimizar el impacto ambiental de la prueba PSV. Como se mencionó anteriormente, este plan puede combinarse en la práctica con otros planes y, por lo tanto, quizás no constituya un documento independiente en la práctica, pero se incorporará todo el contenido que se describe a continuación.

6.7.9.2 Alcance

El PMMMT PSV especificará los procedimientos a implementar antes de activar la fuente de sonido acústico PSV. Una persona calificada será asignada antes del inicio del PSV, cuya tarea será supervisar la implementación de esos procedimientos. Esta persona puede ser un miembro existente del equipo del buque de perforación, siempre que no desempeñe otros roles durante los períodos de mitigación. Dicha persona organizará reuniones previas al PSV con el personal para aclarar cómo deben informarse los avistamientos y observar la superficie del mar en busca de mamíferos marinos y tortugas.

El PMMMT PSV especificará como mínimo, las siguientes las medidas de mitigación:

- El OMM designado debe realizar una verificación visual (búsqueda previa a prueba) para la fauna marina dentro de un radio de mitigación de 500 m del buque de perforación durante 30 minutos en horas diurnas antes de comenzar las operaciones del PSV;

- Si no se observan mamíferos marinos o tortugas dentro del radio de mitigación, se realizará un inicio suave, aumentando gradualmente la potencia de la fuente acústica durante al menos 20 minutos para permitir el tiempo suficiente para la fauna marina salga de la zona; y
- Si se observan mamíferos marinos o tortugas dentro del radio de mitigación, antes del disparo suave de sísmica vertical, el inicio debe retrasarse hasta que los individuos se encuentren fuera de la zona de mitigación.

El PMMMT PSV proporcionará el formato de reporte que se debe llenar para cada activación de la fuente sísmica.

6.7.10 Plan de Vinculación con Actores de Interés

Aunque no es parte del PVA, es importante mencionar que Shell realizará una gestión integral ambiental y social, a través de un Plan de Gestión Integral Ambiental y Social, al cual se integrará el PVA propuesto en este documento y el PGS incluido en la EvIS aprobada por la SENER el 16 de noviembre de 2018 y, por lo tanto, el PVA (**Figura 6-1**).

El PVAI mantendrá un plan el cual clarifique las responsabilidades de la comunicación ambiental con las autoridades competentes y actores de interés. El PVAI se alineará con los compromisos establecidos en la EvIS.

6.7.10.1 Objetivo

El objetivo es hacer un manejo adecuado de expectativas a través del establecimiento de un canal de comunicación activo y eficiente con los grupos de interés claves.

6.7.10.2 Alcance

El PVAI considera tres etapas de comunicación con diferentes actores de interés, específicamente durante las etapas pre-operativa, de perforación y taponamiento/desmovilización. En diferentes grados, durante cada una de las etapas mencionadas se divulgará información relevante del Proyecto, se divulgará e implementará el Mecanismo de Atención a Retroalimentaciones, se identificarán y/o implementarán oportunidades de inversión social y se gestionarán las expectativas de los grupos de interés de manera efectiva.

6.7.11 Plan de Taponamiento y Desmovilización

La decisión de taponar temporal o permanentemente un pozo dependerá de los resultados del pozo. Shell y el contratista de perforación acordarán un plan en el que se describa el cierre y taponamiento del pozo en el que no encuentren reservas comerciales de hidrocarburos. El PTD establecerá el procedimiento para mover el buque de perforación a otra ubicación de perforación y estará alineado conforme a las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en Materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos (SEMARNAT 2016c).

6.7.11.1 Objetivo

El PTD establecerá procedimientos para el taponamiento temporal o permanente del pozo de exploración y la reubicación o desmovilización del buque de perforación. El PTD busca establecer los procedimientos para el taponamiento temporal o permanente del pozo, que sean apropiados para las condiciones hidrográficas y de los fondos marinos y eviten daños al ambiente marino en el que se realiza la perforación exploratoria. Su objetivo es garantizar que los hidrocarburos debajo de la superficie estén adecuadamente aislados del entorno marino y que no se dejen residuos ni objetos caídos en el fondo marino.

6.7.11.2 Alcance

El PTD establecerá procedimientos para el taponamiento temporal o permanente del pozo de exploración y la reubicación o desmovilización del buque de perforación. El PTD incluirá la información señalada en el artículo 144,

fracción I de las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos en Materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos.

La suspensión temporal se aplicará si, en función de los resultados de un pozo, Shell pretende regresar y volver a ingresar al pozo en el futuro. En este caso, el Plan contemplará:

- Tapones mecánicos o tapones de cemento a instalarse para aislar la sección del yacimiento de acuerdo con las buenas prácticas de la industria petrolera;
- El pozo será llenado con un fluido de terminación de densidad adecuada que prevenga la corrosión;
- Prueba o confirmación de tapones y remoción de la sarta de perforación; y
- Una tapa de suspensión o árbol de suspensión que se instalará en el cabezal del pozo.

El taponamiento permanente se aplicará si Shell no planea regresar al pozo y reanudar las actividades. En este caso, el Programa de Taponamiento y Desmovilización contemplará:

- La cementación de la sección del yacimiento y la colocación de los tapones de cemento alrededor de las zapatas de revestimiento, de acuerdo con las buenas prácticas de la industria petrolera; y
- Prueba de los tapones y remoción de la sarta de perforación.

El Programa preverá una inspección del lecho marino con el ROV, en el lugar de perforación, el cual se llevaría a cabo cuando el pozo hubiera sido suspendido o abandonado y antes de que el buque de perforación se mueva de la ubicación. El ROV tomará imágenes y video en el lugar de perforación y sus alrededores.

El Programa preverá que el equipo de taponamiento y la sarta de perforación regresen al barco después del taponamiento del pozo. El excedente de fluido de perforación, los productos químicos y el combustible se regresarán a la costa. Los residuos sólidos serán transportados a tierra, de acuerdo con los PMR. El buque de perforación se preparará para el movimiento o se lastrará a profundidad de tránsito para la desmovilización. Las autoridades marítimas serán informadas de la hora y la ruta de paso del buque de perforación para minimizar la interferencia con otros usuarios del mar.

6.8 Seguimiento y control del PVA

La estrategia de Shell para monitorear y controlar las medidas de mitigación propuestas con el fin de garantizar el cumplimiento se definirá antes del inicio de las actividades, con una estrategia clara para asegurar que las medidas de mitigación propuestas se hayan implementado y asegurando el cumplimiento de las medidas de mitigación.

En la **Tabla 6-3** se presenta el PVA que se propone para el Proyecto, a través del cual Shell supervisará y dará cumplimiento a las acciones y medidas de mitigación propuestas en esta MIA-R. Cabe mencionar que, para fines del aseguramiento de la ejecución del PVA, se han agrupado los impactos que se mitigan con las mismas medidas propuestas

Tabla 6-3. Seguimiento y Control del PVA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de la calidad del aire, por emisiones generadas durante o por • La movilización/desmovilización del buque de perforación, la movilización de los OSV/FSV y del helicóptero (costa afuera y en la parte terrestre) • El sistema DP del buque de perforación, generación de energía y quema, durante las operaciones y la perforación • El tráfico terrestre (disposición de residuos en tierra) • Emisiones de GEI	Se implementará el PL, así como las medidas de mitigación incluidas en éste y las medidas de mitigación descritas en la **Tabla 6-1**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Reporte de emisiones de GEI por medio de la COA (conforme aplique). • Resultados de auditorías a los buques con relación al cumplimiento del Anexo VI de MARPOL 73/78 • Certificado internacional de Prevención de la Contaminación del Aire • Certificado internacional con respecto al uso de sustancias agotadoras de ozono
Alteración en el comportamiento de aves y fauna marina, por las emisiones de luz • Por la iluminación 24/7 del buque de perforación • Asociadas con el movimiento de OSV/FSV • Asociadas con el movimiento del helicóptero	Se implementará el PL, así como las medidas descritas en la **Tabla 6-1**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Resultados de auditorías a los buques y helicópteros • Establecimiento de rutas seguras para el tránsito de los OSV/FSV y helicópteros
Afectación en el comportamiento de las aves y en sus rutas migratorias por el incremento del sonido asociado a los movimientos del helicóptero				
Posibles lesiones auditivas en fauna marina (mamíferos marinos, tortugas y peces), por el sonido submarino asociado a • Las actividades de movilización y desmovilización del buque de perforación (uso de propulsores DP) y con las actividades de perforación, incluyendo el uso de propulsores DP • El PSV (fuente de sonido acústico)	Se implementará el PMMMT PSV, y el PL descritos en las **Secciones 6.7.9** y **6.7.5**, respectivamente, y las medidas de mitigación propuestas en la **Tabla 6-1**.	Movilización, Operación y Desmovilización	Supervisor de HSE de Shell	• Plan o registros de mantenimiento preventivo en el buque de perforación • Plan o registros de mantenimiento preventivo de buques • Reporte de observación de mamíferos marinos y tortugas previo a los disparos durante el PSV
Alteración de la conducta en mamíferos marinos, tortugas y peces, por la emisión de sonido submarino • Asociado con el buque de perforación y con las actividades de perforación, incluyendo el uso de propulsores DP • Por las actividades con las operaciones de los OSV/FSV		Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	
Alteración de la calidad del agua y/o hábitats sensibles en flora y fauna marina, por la descarga de • Agua del sistema de enfriamiento, drenaje de cubierta, de sentina, aguas grises y negras (sanitarias) y descarga de residuos de alimentos (cocina) del buque de perforación y los OSV/FSV al mar,	Se implementará el PMSQ descrito en la **Sección 6.7.8** así como las medidas de mitigación descritas en la **Tabla 6-1**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Solicitud de Permiso de descarga de aguas residuales por parte de CONAGUA, en caso de que aplique • Certificado internacional del buque de perforación para descarga de agua • Auditorias de cumplimiento de buques con relación a los anexos I y V de MARPOL 73/78 • Evidencia fotográfica de la presencia de los sistemas de tratamiento de efluentes

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Salmuera generada por el proceso de desalinización en el buque de perforación y por la descarga de químicos utilizados durante la limpieza de las membranas, • Fluidos hidráulicos del sistema de control BOP				• Resultado de auditorías del cumplimiento del PMSQ • Evidencia fotográfica o documental de mantenimiento y/o limpieza a membranas de los equipos
Daño y/o mortalidad de los organismos que queden atrapados en las membranas de la toma de agua o de los microrganismos que puedan pasar a través de éstas				
Alteración de la calidad del agua, por la descarga de • Recortes de la perforación *riserless* asociados con WBDF • SPS	Se implementará el PMSQ descrito en la **Sección 6.7.8** y el PMFRPS descrito en la **Sección 6.7.4** así como las medidas de mitigación descritas en la **Tabla 6-1.** De obtenerse el permiso de vertimientos, como medida de compensación se realizará un proyecto de investigación con enfoque holístico que englobe todos los bloques adjudicados en el Golfo de México generando beneficios a las comunidades aledañas, a los investigadores y al país. Este proyecto formará parte del proyecto de "Biodiversidad Marina del Sur del Golfo de México" (**Sección 6.5.1**)	Operación	Supervisor de HSE de Shell	• Bitácora de uso de químicos • Resultado de auditorías del cumplimiento del PMSQ • Informes de las pruebas de retorta, PRE y brillo estático realizadas • Informes de laboratorio de contenido de mercurio y cadmio en barita. • Biodegradación, toxicidad y contenido de HAP en los informes anuales de QA/QC del fluido base • Resumen de los principales avances, logros y/o resultados del proyecto de investigación con enfoque holístico de los bloques adjudicados en el Golfo de México; el resumen se incluirá en el reporte anual de cumplimiento de condicionantes.
Modificación fisicoquímica del sedimento por las actividades de perforación				
Alteración de hábitats sensibles, flora y fauna marina por la descarga de • Recortes de perforación *riserless* asociados con WBDF • SPS				
Afectación de comunidades bentónicas (incluyendo corales de agua fría) por la perturbación del lecho marino, modificación del hábitat y asfixia asociados con las actividades de perforación				
Modificación fisicoquímica del sedimento por el taponamiento del pozo sobre el lecho marino	Se implementará el PMR descrito en la **Sección 6.7.2** y las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-1**.	Operación, Taponamiento y Desmovilización	Supervisor de HSE de Shell	• Registro de cemento devuelto a tierra para destino final / reutilización. • Resultados del estudio de fondo marino por ROV, previo y posterior a la perforación del pozo
Afectación de las comunidades de flora y fauna por el incremento en la generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos) derivado de las actividades del Proyecto		Todas las etapas		
Afectación de las comunidades de flora y fauna por el incremento en la generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos) derivado de las actividades del Proyecto	Se implementará PMR descrito en la **Sección 6.7.2** y las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-1**.	Movilización, Operación, Taponamiento y Desmovilización	Supervisor de HSE de Shell	• Elaboración de la COA • Reporte anual de Residuos a la ASEA • Auditorías a los buques del cumplimiento con MARPOL 73/78
Impactos con embarcaciones comerciales y recreativas, embarcaciones pesqueras comerciales y artesanales asociadas con los traslados de los OSV/FSV y la movilización y presencia del buque de perforación.	Shell implementará el PL y el PRE descritos en las **Secciones 6.7.5** y **6.7.6** y las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-1**.	Movilización, Operación	Supervisor de HSE de Shell	• Número de quejas, reclamos o preguntas atendidas a través de retroalimentaciones

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la Medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
Alteración de la calidad del aire por el incremento del tráfico en caminos locales, así como, de ruido, polvo y emisiones atmosféricas asociadas con el aumento de tráfico terrestre y uso del helicóptero.	Shell implementará el PL y el PRE (en el caso del incremento de tráfico, ruido, polvo y emisiones atmosféricas) descritos en las **Secciones 6.7.5** y **6.7.6** así como las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-1**.	Movilización, Operación	Supervisor de HSE de Shell	• Número de quejas, reclamos o preguntas atendidas a través de retroalimentaciones
Potencial generación de expectativas y percepción del Proyecto por el sector hidrocarburos	Se implementará el PVAI que forma parte del PGS descrito en la **Sección 6.7.10** así como las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-1**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Número de quejas, reclamos o preguntas atendidas a través de retroalimentaciones
Impacto en la capacidad de puerto existente	Se implementará el PL incluido en la **Sección 6.7.5** y las medidas de mitigación descritas en la **Tabla 6-1**.	Movilización, Operación, Taponamiento y Desmovilización	Supervisor de HSE de Shell	• Registros de incapacidad del puerto existente en las necesidades del Proyecto y/o búsqueda de puertos adicionales
Colisión de embarcaciones y pérdida del inventario de combustible, equipo y material Hundimiento de embarcaciones y pérdida de inventario de combustible, equipo y material	Se implementará el PL, el PRE y el PRD incluidos en las **Secciones 6.7.5**, **6.7.6**, y **6.7.7**, además de las medidas de mitigación incluidas en la **Tabla 6-2**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Resultados de la inspección del buque de perforación y los OSV/FSV para la obtención de la certificación OVID con el objetivo de verificar la idoneidad de la seguridad en la embarcación y estar en conformidad con los procesos de la empresa. • Auditorías de cumplimiento al buque de perforación con relación a MARPOL 73/78
Colisiones: • Embarcaciones con fauna marina • Vehículos terrestres con otros vehículos locales • Vehículos terrestres con fauna terrestre	Se implementará el PL, cuya descripción se ha incluido en la **Sección 6.7.5** y las medidas de mitigación específicas se incluyen en la **Tabla 6-2**.	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• En caso de que ocurra una interacción con mamíferos marinos o tortugas, así como con fauna terrestre, esta se deberá registrar. • Auditorías a los proveedores del servicio de transporte.
Vertimiento accidental de hidrocarburos, residuos o químicos de las embarcaciones • Liberación menor (menos de 100 litros) y/o liberación mayor (más de 100 litros) • Liberación accidental de residuos sólidos • Liberación accidental de químicos	Se implementará el PRE, el PRD y el PVAI, descritos en las **Secciones 6.7.6**, **6.7.7** y **6.7.10**; y las medidas específicas que se incluyen en la **Tabla 6-2.**	Todas las etapas	Supervisor de HSE de Shell	• Registro de inspecciones de áreas de almacenamiento de sustancias químicas y líquidos aceitosos • Evidencia fotográfica o documental de la verificación del buen estado de mangueras de transferencia • Evidencia fotográfica de iluminación del buque de perforación • Evidencia fotográfica y/o documental de los contenedores utilizados para transferir líquidos aceitosos, sustancias\químicas liquidas o residuos
Vertimiento accidental de hidrocarburos – reventón del pozo, impacto en comunidades bentónicas, peces, aves, mamíferos marinos, tortugas, pesquerías, plancton, áreas de conservación e importancia ecológica, y corales de aguas someras	Se implementará el PRE descrito en la **Sección 6.7.6** y las medidas de mitigación que se presentan en la **Tabla 6-2**.	Operación	Supervisor de HSE de Shell	• Registro de ejercicios de respuesta a emergencia
Impacto a la fauna y flora existente, por la descarga accidental de agua de lastre que contenga EMI	Se implementará el POMD, que se describe en la **Sección 6.7.3,** y las medidas de mitigación específicas que se presentan en la **Tabla 6-2**.	Operación	Supervisor de HSE de Shell	• Bitácora de agua de lastre

Fuente: AECOM 2021

6.9 Información necesaria para establecer los importes de las garantías

El Capítulo VIII, Artículo 51 de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental faculta a la ASEA a exigir garantías de seguro como una condicionante en la resolución en materia de impacto ambiental de una MIA.

Considerando que este requisito se establezca como una condición prevista en la resolución que la ASEA emita, Shell presentará la propuesta de adquisición y/o contratación de un instrumento de garantía que garantice el debido cumplimiento de las condiciones enumeradas en dicha resolución. El tipo y monto del instrumento de garantía responderá a un estudio técnico-económico que considerará el costo económico del desarrollo de las actividades inherentes al Proyecto según esta MIA-R y su ERA, el cumplimiento de los términos y condiciones de la resolución en sí, así como el valor de la reparación de los daños que puedan ser causados por el incumplimiento de la resolución.

El costo de las medidas de mitigación descritas en la MIA-R y el ERA se presentarán una vez que la ASEA emita la resolución correspondiente.

7 Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas

De acuerdo con la Guía para la Elaboración de la MIA-R, este capítulo presenta la descripción del componente ambiental regional clave bajo tres escenarios separados, creando un pronóstico general para cada uno con base en la información presentada en capítulos previos, como la descripción del Proyecto (**Capítulo 2**), las condiciones ambientales existentes en el SAR, que incluye la línea base ambiental realizada para el Área Contractual y los impactos potenciales identificados (**Capítulo 5**), y las medidas de mitigación propuestas (**Capítulo 6**).

7.1 Pronóstico de los escenarios por componente ambiental

La descripción del pronóstico de los escenarios se organiza y se presenta en la **Tabla 7-1**, misma que está organizada de manera comparativa considerando los factores ambientales evaluados y citados anteriormente, para generar un pronóstico de los escenarios ambientales. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio actualmente existentes en el SAR.

En este sentido, en la **Tabla 7-1**, se describen los escenarios ambientales acorde a:

A. **Escenario sin el Proyecto**. Considera la situación ambiental del SAR si no se lleva a cabo el Proyecto, basado en las condiciones ambientales existentes, como se describen en el **Capítulo 4**. La descripción del escenario considera las condiciones actuales de la región, las cuales han sido impactadas en mayor o menor grado por actividades antropogénicas que se han desarrollado y actualmente se desarrollan en la zona.
B. **Escenario con el Proyecto y sin Medidas de Mitigación**. Este escenario se basa en el desarrollo del Proyecto como se describe en el **Capítulo 2**, teniendo en cuenta el SAR como se describe en el **Capítulo 4**, e incluye los impactos identificados y descritos en el **Capítulo 5** que podrían generarse durante las actividades del Proyecto de no implementarse las medidas de mitigación propuestas.
C. **Escenario con el Proyecto y con Medidas de Mitigación**. Este escenario cubre el Proyecto, de acuerdo con lo descrito en el Escenario B, pero incorporando aplicación las medidas de mitigación descritas en el **Capítulo 6**.

Tabla 7-1. Descripción del Escenario Ambiental sin Proyecto, con el Proyecto, pero Sin Medidas de Mitigación y con el Proyecto y la Implementación de Medidas de Mitigación

Componente Ambiental	Escenario Ambiental		
	Sin Proyecto	**Con Proyecto y sin Medidas de Mitigación**	**Con Proyecto y con la Implementación de Medidas de Mitigación**
Calidad del Aire (Incluye Emisiones de GEI)	En ausencia del Proyecto, las emisiones que afectan la calidad del aire en el SAR provienen principalmente del transporte de buques en la región y, de manera secundaria, de las fuentes en tierra y del desarrollo del sector hidrocarburos en el noreste y sur del Golfo de México. Estas actividades son fuentes de emisión antropogénica, independientemente de este Proyecto. Considerando que los buques son fuentes móviles de emisiones atmosféricas, su contribución a la calidad del aire local es proporcional a su densidad y frecuencia en el área. El SAR generalmente incluye zonas de tráfico de baja, moderada y alta densidad, con rutas de navegación específicos que experimentan más de 120 buques por año por cada 5 km^2. También sugiere una tendencia general del tráfico que pasa en dirección noreste-suroeste a través del SAR entre los puertos de Tampico, Tuxpan, Veracruz, Coatzacoalcos y el sur de EE.UU, con tráfico regional en los puertos de Dos Bocas e Isla del Carmen y, tráfico en dirección este a oeste entre el Golfo de México y el Mar Caribe. Con base en la descripción del SAR (**Capítulo 4**), es probable que los impactos de las embarcaciones en la calidad del aire local sean bajos.	Se generarán emisiones a la atmosfera por el buque de perforación (operaciones y perforación), servicios de apoyo que incluyen tránsito de OSV/FSV y por el uso del helicóptero. Si bien estas emisiones serán adicionales a los niveles existentes, representan un Incremento Menor en comparación con la actividad acumulativa de transporte naviero y aéreo, y las actividades del sector hidrocarburos en la región. Este aumento es temporal y transitorio. La contribución a la alteración de la calidad del aire local se identificó como Insignificante en el contexto de las emisiones anuales de GEI en México a escala nacional (**Capítulo** 5), ya que, el tipo de emisiones atmosféricas se presentarán puntualmente y a corto plazo.	Con la implementación de medidas de mitigación, se reducirán los impactos en la calidad del aire, que se generen con las actividades del buque de perforación (operaciones y perforación), servicios de apoyo que incluyen tránsito de OSV/FSV y por el uso del helicóptero. Por lo que la Significancia de los impactos del Proyecto a la calidad del aire tanto de material particulado como de emisiones de GEI se determinó como Insignificante. Entre las medidas de mitigación que se implementarán, se pueden citar: • El combustible cumplirá con los requisitos del Anexo VI de MARPOL 73/78 conforme aplique la clase de buque. • El buque de perforación y los OSV/FSV (conforme aplique o se requiera por la administración de la bandera del buque): o Cumplirán con el Anexo VI de MARPOL 73/78 relacionados con las Emisiones a la Atmósfera (incluyendo el Certificado IAPP); o Shell se asegurará de que su contratista realice el mantenimiento regular del helicóptero y de los OSV/FSV de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y los requisitos reglamentarios, incluidas las auditorías de los expertos de aviación de Shell. Las medidas de mitigación se incluyen en Capítulo 6.
Ambiente Marino - Agua	En ausencia del Proyecto, se prevé que las descargas marinas que impactan al SAR serán muy poco frecuentes, limitadas a la descarga de aguas residuales de embarcaciones transitorias y posiblemente a la dispersión de los recortes de perforación y SPS descargados de la exploración en áreas contractuales adyacentes, si la perforación ocurriera ahí. De lo contrario, se esperarían las condiciones de línea base. En los ambientes cercanos a la costa, las descargas de actividades costeras y de escorrentía terrestre podrían tener impactos locales de insignificantes a moderados. Las condiciones de línea base que caracterizan a este escenario se describen a detalle en el **Capítulo 4**.	El buque de perforación y los OSV/FSV descargarán aguas residuales [incluyendo agua de enfriamiento, aguas grises, aguas negras, drenaje de la cubierta y salmuera de desalinización] al ambiente marino, lo que resultará en posibles impactos localizados y temporales en la calidad del agua superficial cercana a la fuente de descarga. Sin tratamiento, estas descargas podrían afectar las características químicas, físicas y biológicas de las aguas cercanas. En el entorno marino costa afuera, la descarga se diluye y dispersa rápidamente, lo que reduce los niveles de impacto. La descarga de los recortes de perforación con WBDF y SPS costa afuera, especialmente las partículas finas (limo y arcilla) tienden a permanecer en suspensión formando una pluma turbia corriente abajo de la descarga. La modelación de la dispersión de recortes de perforación WBDF y de los SPS dentro del Área Contractual muestra que todos los impactos deben permanecer dentro de un radio de 1.5 km del cabezal del pozo, aunque los impactos mayores no sobrepasarán los 50 m (6.5 mm de espesor). En general, la rápida dispersión y el asentamiento de las descargas darán como resultado que las afectaciones a la calidad del agua superficial resulten de insignificantes a menores.	La implementación de las medidas de mitigación permitirá manejar los impactos del Proyecto a la calidad del agua generados por las descargas al mar, incluyendo: aguas residuales (agua de enfriamiento, aguas grises, aguas negras, drenaje de la cubierta y salmuera generada por el proceso de desalinización]. Estas medidas incluyen el cumplimiento de la legislación mexicana e internacional, como: • Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques (OMI 2004) • NOM-149-SEMARNAT-2006 • OSPAR OCNS (clasificación de los fluidos de perforación) • MARPOL 73/78 (según sea aplicable o requerido por la clase de buque) • Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos • Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques • Anexo V y la Guía 2012 asociada para la Implementación del Anexo V de MARPOL 73/78 (Residuos de comida) Las medidas clave incluyen, pero no están limitadas a: el uso de un separador agua/aceite para el drenaje de cubierta / agua de sentina, asegurando que las descargan tengan < 15 ppm de grasas y aceites; manejo de drenaje a bordo; macerar los residuos de comida a un tamaño de partícula no mayor a 25 mm antes de la descarga; sin descargas de residuos de comida o drenaje a menos de 22 km de la costa o a 500 m del buque de perforación; se utilizarán fluidos de control de equipos fácilmente degradables y fluidos de perforación de baja toxicidad. Todos los fluidos, residuos de alimentos o descargas de fluidos que no cumplan con los criterios de descarga serán almacenados y regresados a tierra para su disposición final en instalaciones autorizadas.

Componente Ambiental	Escenario Ambiental		
	Sin Proyecto	**Con Proyecto y sin Medidas de Mitigación**	**Con Proyecto y con la Implementación de Medidas de Mitigación**
			Con la implementación de medidas de mitigación, la significancia de los impactos del Proyecto a la calidad del agua se clasificará como insignificante. En el **Capítulo 6** se detallan las medidas de mitigación. En adición a las medidas propuestas, se implementará un plan de manejo de sustancias químicas.
Ambiente Marino - Sedimentos	En ausencia del Proyecto, las descargas que impactan en los sedimentos del SAR serán poco probables y se limitarán a la dispersión de los recortes de perforación y lodos descargados de la exploración en áreas contractuales adyacentes. En ambientes cercanos a la costa, podría haber impactos muy localizados del desarrollo en tierra, y los sedimentos de las fuentes terrestres transportados por medio de escorrentías terrestres podrían impactar localmente los ambientes de la desembocadura y el delta de los ríos. De otra forma, se esperarán las condiciones de línea base. En el **Capítulo 4** se realiza una descripción completa de las condiciones de línea base del sedimento marino dentro del SAR.	Durante la etapa de perforación *riserless*, los recortes de perforación con WBDF van a descargarse en el lecho marino. En algunos casos el WBDF puede descargarse cerca de la superficie. En este caso, las partículas finas (limo y arcilla), tienden a permanecer en suspensión formando una pluma turbia corriente abajo de la tubería de descarga. Las secciones subsecuentes se perforarán utilizando un fluido de perforación sintético (NABF), y los recortes se regresarán a el buque de perforación. Como se describe en el **Capítulo 2**, Shell cumplirá con la legislación aplicable en términos de descarga de SPS. El fluido base del Grupo III que se utilizará para el Proyecto es biodegradable, presenta baja toxicidad y no se bioacumula (IOGP 2016b). Las descargas pueden alterar las proporciones del tamaño de las partículas y la química del sedimento en las inmediaciones del pozo. Pueden ocurrir pequeños aumentos localizados en las concentraciones de metales cerca del pozo, por ejemplo, de aluminio en la arcilla por el filosilicato de aluminio (bentonita). La modelación de la dispersión de recortes de perforación con WBDF y de los SPS dentro del Área Contractual muestra que todos los impactos permanecen aproximadamente dentro de un radio de 1.5 km del cabezal del pozo, aunque los impactos mayores no sobrepasarán los 50 m (6.5 mm de espesor). Los resultados de la modelación para la perforación y la dispersión de los recortes muestran una pila de recortes WBDF y SPS (alrededor de 115 mm de grosor) que rodea inmediatamente el cabezal del pozo (8 m), disminuyendo rápidamente en grosor a una capa de sedimento más fino que se extiende lejos del cabezal del pozo. El grosor del depósito de al menos 0.1 mm se extendería hasta un máximo de 1.5 km desde el cabezal del pozo, pero la extensión del depósito de 6.5 mm será menor a 50 m. En general, las afectaciones a sedimentos marinos serían Menores.	Las medidas de mitigación abordan los impactos del Proyecto a los sedimentos marinos como resultado de la descarga de residuos de perforación, la modificación de hábitats en el lecho marino durante la perforación exploratoria. Entre las medidas de mitigación que se implementarán se encuentran: Shell llevará a cabo un estudio del fondo marino, basado en imágenes cerca del sitio del pozo para confirmar la ausencia de corales formadores de hábitat. El estudio se llevará a cabo antes de la perforación. El PMSQ incluirá una evaluación de las opciones de sustancias químicas a granel para verificar que, cuando sea posible, se utilicen las sustancias químicas con menor impacto ambiental. Los controles de monitoreo y prueba especificados en este plan sirven como un aseguramiento adicional de que las sustancias químicas cumplen o superan los estándares de cumplimiento regulatorio a lo largo del Proyecto. La descarga de SPS cumplirá con los requerimientos de los permisos aplicables, incluyendo cualquier condicionante establecida en la resolución de la MIA-R. Los SPS únicamente serán descargados una vez que la retención de masa de fluido base en los SPS no exceda el máximo permisible para olefinas internas de 6.9% en peso (6.9 g de fluido base por cada 100 g de recortes húmedos) en promedio para todas las secciones perforadas con NADF. Si no es posible cumplir con los límites del permiso, los recortes no serán acondicionados y serán transportados a la costa para su disposición final en una instalación autorizada. Los controles de monitoreo y pruebas operacionales específicos para el Proyecto garantizarán que cualquier descarga de SPS siga el plan propuesto. Estos incluyen el ensayo de agua, aceite y sólidos para el porcentaje de fluido base sintético en los recortes, y la extracción en fase sólida inversa para identificar la posible contaminación por petróleo crudo de la formación (empleado cuando el pozo se perfora a través de posibles prospectos/yacimientos, o si hay alguna sospecha de contaminación). Monitorear el volumen de los fluidos bombeados al pozo, y los volúmenes de retorno a la superficie garantizará que no haya pérdidas o ganancias netas durante la perforación (por ejemplo, pérdidas de fluidos o ganancias de crudo de la formación asociados con una fuga no detectada). Con la implementación de medidas de mitigación, la Significancia de los impactos residuales del Proyecto al sedimento marino se clasificará de Insignificante a Menor. Adicionalmente, Shell propone como medida de compensación integral la realización de un proyecto de investigación con enfoque holístico que englobe todos los bloques adjudicados en el Golfo de México generando beneficios a las comunidades aledañas, a los investigadores y al país. En el **Capítulo 6** se describen con mayor detalle las medidas de mitigación, prevención y compensación.

Componente Ambiental	Escenario Ambiental		
	Sin Proyecto	**Con Proyecto y sin Medidas de Mitigación**	**Con Proyecto y con la Implementación de Medidas de Mitigación**
Ambiente Marino - Fauna	La fauna marina puede ser sensible al sonido submarino. Las dos fuentes principales de sonido en el océano son: 1) las fuentes antropogénicas asociadas con los movimientos de las embarcaciones y las actividades relacionadas con la industria del sector hidrocarburos y 2) las fuentes ambientales, tales como los sonidos derivados del oleaje, la precipitación, la actividad volcánica y tectónica (sísmica) y fuentes térmicas. Entre 500 Hz y 100 kHz, el entorno ambiental suele estar dominado por el sonido del viento y las olas, lo que puede resultar en niveles de sonido dependientes del viento de 100 – 120 dB re 1 µPa. Los sonidos biológicos asociados con la comunicación suelen oscilar entre <10 Hz y >200 kHz, como silbidos con ráfagas de pulsos. Los peces, tortugas e invertebrados marinos también generan sonidos bajo el agua (National Research Council 2003). Las fuentes geológicas de baja frecuencia generadas por terremotos, actividad volcánica o venteo hidrotermal pueden viajar a grandes distancias (National Research Council 2003). Las diferentes fuentes antropogénicas de sonido son dominantes, según la banda de frecuencia: baja (10 Hz a 500 Hz), media (500 Hz a 25 kHz) y alta (>25 kHz). La banda de baja frecuencia está dominada por el transporte comercial y, en segundo lugar, la exploración sísmica. Los niveles de fuente de los barcos comerciales varían de 180 - 195 dB a 1 µPa. El sonido antropogénico en la banda de frecuencia media se debe principalmente al sonar (por ejemplo, militar y de mapeo), así como a pequeñas embarcaciones (Hildebrand, 2005). Las fuentes de alta frecuencia suelen ser de ecosondas multihaz. Las fuentes de luz artificial pueden ser temporales o permanentes. Es posible que ocurran fuentes temporales de manera infrecuente en el SAR costa afuera, debido principalmente a la navegación comercial y la pesca. Muchos organismos son susceptibles a alteraciones en la intensidad y calidad de la luz, lo cual puede perturbar algunos patrones circadianos y conductuales, navegación, reproducción, comunicación, patrones migratorios e interacciones depredador-presa. Las fuentes de luz artificial permanentes provenientes de centros de población costera tienen impactos de menores a moderados en algunas secciones cercanas a la costa del SAR. Ya que son fuentes permanentes, no se espera que impacten al SAR más allá de las condiciones de línea base existentes. En resumen, las fuentes naturales de emisión de sonido y luz son comunes en el SAR, con ocurrencias mayores en las áreas cercanas a la costa. Es más probable que las fuentes antropogénicas de sonido provengan de las embarcaciones que transitan el área. En el SAR, generalmente el tráfico de buques incluye zonas de tráfico de baja, moderada y alta densidad, con rutas de navegación específicos que experimentan más de 120 buques por año, por cada 5 km^2, y sería de forma temporal y transitoria. Las fuentes de sonido y luz, así como sus impactos se discuten más a fondo en el **Capítulo 5**.	Como se mencionó en el **Capítulo 2**, el Proyecto generará luz artificial y sonido submarino. La iluminación 24/7 en el buque de perforación y la potencial quema limitada de gases representan una fuente muy pequeña de luz antropogénica en el Área Contractual, con impactos sumamente menores en la fauna y aves. Los sonidos submarinos se generarán por los propulsores de DP del buque de perforación, y el tránsito de los OSV/FSV, así como el sonido de la perforación. Se generará sonido submarino adicional mediante el uso del PSV. Estas fuentes serán adicionales a las fuentes naturales y antropogénicas ya presentes, como se describe en el Escenario A. Un modelo acústico de las fuentes de sonido combinadas del buque de perforación, los propulsores DP y la actividad de perforación supuso un nivel de sonido de 248 dB re 1 µPa a 1 m SPL pico. Sin embargo, debido a la naturaleza del sonido continuo, los criterios límite se establecen como SEL. El umbral acumulativo no ponderado de SEL para el sonido combinado del buque, los propulsores de posicionamiento dinámico y las actividades de perforación es de 225 dB re 1 μPa^2 s. Hay investigaciones que indican que los radios de la fuente de sonido para las fuentes combinadas tienen una extensión espacial relativamente pequeña en el rango de cetáceos de baja frecuencia, cetáceos de frecuencia media o tortugas. Durante las actividades del PSV: El modelo de propagación de sonido predice que los radios de la fuente de sonido para PSV cumplen con el umbral PTS a una distancia de <40 m para la métrica de SPL para todos los cetáceos y a 400 y <10 m en cetáceos de baja y media frecuencia, respectivamente, para la métrica SEL. Los impactos de la luz antropogénica y el sonido submarino generado por el Proyecto serán de Insignificantes a Menores en el SAR, y el hecho de que las actividades del Proyecto que generan luz y sonido son temporales y transitorias.	Con la implementación de medidas de mitigación, la Significancia de los impactos del Proyecto a la fauna marina y aviar se calificó de Insignificante a Menor. El Proyecto contempla la implementación de medidas de mitigación que abordan los impactos del Proyecto a la fauna marina y aves por la generación de luz artificial, sonido submarino y por el tránsito del helicóptero y buques, entre las que se pueden mencionar las siguientes: La iluminación del buque de perforación y los OSV/FSV será proporcional a las actividades que se llevan a cabo, y estará en conformidad con las regulaciones de seguridad marítimas. La iluminación se reducirá al mínimo posible sin comprometer la seguridad del trabajador y de las operaciones, incluyendo el uso de pantallas y dirigiendo las luces hacia la cubierta. Los contratistas del buque de perforación y los OSV/FSV desplegarán sistemas de mantenimiento preventivo para mantener el equipo de perforación/propulsores de los buques en condiciones óptimas de trabajo, en línea con las recomendaciones de los proveedores, minimizando la generación de sonido submarino. El helicóptero volará a altitudes mayores a 300 m (con excepción del despegue / aterrizaje) y, cuando sea posible, no sobrevolará cerca de colonias activas de aves. El helicóptero tendrá prohibido rodear o volar encima de mamíferos marinos, o sitios identificados como sensibles para colonias de aves, a menos que sea esencial para propósitos de respuestas a emergencias (limitando la luz y el sonido del helicóptero que podría afectar a los receptores). Durante las actividades del PSV se implementarán las siguientes acciones: Un observador realizará una inspección visual para fauna marina dentro de un radio de mitigación de 500 m del buque de perforación durante 30 minutos en horas diurnas antes de comenzar las operaciones del PSV. Si no se observan mamíferos marinos o tortugas dentro de la zona de mitigación, se realizará un arranque suave, aumentando gradualmente la potencia de la fuente acústica durante al menos 20 minutos para permitir el tiempo suficiente para que la fauna marina pueda salir de la zona. En el **Capítulo 6** se describen con mayor detalle las medidas de mitigación.

Componente Ambiental	Escenario Ambiental		
	Sin Proyecto	**Con Proyecto y sin Medidas de Mitigación**	**Con Proyecto y con la Implementación de Medidas de Mitigación**
Ambiente Marino - Flora	Como se describió en el **Capítulo 4**, las comunidades de fitoplancton, Sargassum y pastos marinos en el SAR son consistentes de manera regional con la frecuencia y función de condiciones marinas no impactadas para el Golfo de México. Estas condiciones de línea base se describen con mayor detalle en el **Capítulo 4**, y se anticipa que persistan.	El buque de perforación y los OSV/FSV descargarán aguas residuales al ambiente marino, resultando en impactos localizados y temporales en la calidad de las aguas superficiales cerca de la fuente de descarga. Sin tratamiento, estas descargas podrían afectar la flora marina, debido a las altas concentraciones de nutrientes y a las bacterias presentes. Sin embargo, en el medio marino costa afuera, la descarga se diluye y dispersa rápidamente. Con respecto a la descarga de los recortes de perforación con WBDF y SPS, las partículas finas (limo y arcilla) tenderán a permanecer en suspensión formando una pluma turbia que se dispersará y diluirá a concentraciones más bajas corriente abajo de la tubería de descarga. La rápida dispersión y asentamiento significa que la alteración de la calidad del agua es localizada y de corto plazo. Los organismos de la columna de agua marina tienen un bajo riesgo de daños por la descarga de los recortes de perforación con WBDF y SPS debido a la rápida dilución y dispersión aguas abajo del sitio del pozo por las corrientes prevalecientes. Los hábitats marinos sensibles generalmente se presentan en aguas someras, típicamente a menos de 20 m de profundidad, y la diversidad a menudo disminuye a medida que aumenta la profundidad. Sin embargo, algunas especies sensibles de importancia para la conservación se distribuyen dentro de las áreas sensibles como los arrecifes de coral de aguas cálidas identificados como el Sistema Arrecifal Banco de Campeche; los corales profundos registrados dentro del Área Contractual, así como, los humedales costeros más cercanos identificados a 235 km al sureste (Laguna de Términos) y a 237 km al sureste (Pantanos de Centla) de la misma. Como los efluentes se descargarán en o cerca de la superficie del mar, no se espera ningún impacto en los hábitats del lecho marino. Dada la profundidad del agua en el Área Contractual, no hay potencial de que la descarga de las aguas residuales de los buques y las descargas de recortes WBDF y SPS afecten a los hábitats sensibles de aguas someras. En general, los efectos en la flora marina y costera serían Insignificantes.	Las medidas de mitigación propuestas atenderán los impactos del Proyecto a la flora marina derivado de las descargas de fluidos y sólidos (calidad el agua) y de crecimiento algal en los equipos del Proyecto. Estas medidas se describen a continuación, y también incluyen las descritas anteriormente en la Sección Ambiente Marino – Agua. Las tomas de mar del buque de perforación del Proyecto, a través de los cuales se toma el agua de enfriamiento, estarán protegidas contra crecimiento algal. Además, cada toma de agua estará equipada con un filtro de succión en el interior de las válvulas marinas principales, así como una rejilla interna en el casco para evitar el ingreso de fauna marina. Aunque los impactos sin medidas de mitigación están clasificados como insignificantes, estas medidas adicionales aumentan la habilidad del Proyecto de minimizar impactos. Adicionalmente, se implementarán los PMR.
Ambiente Marino/Terrestre-Socioeconómico	El Área de Influencia Indirecta, incluye las comunidades costeras cercanas a los puertos de Dos Bocas, Alvarado, Tampico y Tuxpan. Los municipios y las localidades de estos puertos se describen con mayor detalle en el **Capítulo 4**. Las Áreas de Influencia se presentan en el **Capítulo 4** y en la EvIS del Proyecto. Actualmente, aunque la actividad de dichas comunidades es principalmente pesquera, el sector hidrocarburos mantiene una relación con dichas poblaciones en donde anteriormente se han desarrollado tareas de exploración y explotación de hidrocarburos. Así mismo, en la región se han	El movimiento de los OSV/FSV entre el Área Contractual y los puertos seleccionados para el Proyecto tiene el potencial de resultar en interacciones con embarcaciones de terceros, lo que puede causar inconvenientes, en particular con respecto a los pescadores artesanales que se consideran más vulnerables que los operadores de embarcaciones comerciales (**Capítulo 5**). Sin embargo, no habrá interferencia con otras actividades industriales o comerciales en la costa; el puerto tiene la capacidad e infraestructura suficientes para satisfacer las	Con la implementación de medidas de mitigación, la Significancia de los impactos socioeconómicos se mantendrán como Insignificantes, aunque pudieran ocurrir algunos beneficios locales como resultado de que el Proyecto utilice bienes y servicios locales. La implementación de las medidas de mitigación aborda los impactos a las Áreas socioeconómicas de Influencia Indirecta del Proyecto, incluyendo los beneficios económicos indirectos a los negocios locales, responsabilidad social y derechos humanos, impactos a las pesquerías, residuos peligrosos, seguridad en tierra y costa afuera, comentarios de la comunidad. Estas

Componente Ambiental	Escenario Ambiental		
	Sin Proyecto	**Con Proyecto y sin Medidas de Mitigación**	**Con Proyecto y con la Implementación de Medidas de Mitigación**
	licitado varios bloques (**Figura 5-16**) con actividades de exploración, por lo que de no desarrollarse el Proyecto las actividades en este sector se desarrollarían en la zona. El Puerto de Dos Bocas es un centro logístico importante para actividades de la industria de los hidrocarburos, las cuales fueron históricamente enfocados a la exploración y producción en la Sonda de Campeche (Ayuntamiento del Municipio de Paraíso Tabasco, Administración 2016-2018). En el 2017, el Puerto registró 8,656 embarcaciones, con un total de 34 millones de toneladas de carga. Los productos de hidrocarburos son la carga más común, representando el 91% del total de la carga (SCT y API 2017), representando 98% de la actividad económica del municipio. El Puerto de Alvarado es un puerto estratégico para la transportación de combustibles hacia tierra adentro en México, y está conectado con los principales mercados de Estados Unidos, Europa y América Latina. Además, en Alvarado, la pesca es una fuente clave de ingreso local, representando el 80% del valor económico (ERM 2018). Las actividades económicas en el municipio de Tampico se caracterizan por el predominio del sector pesquero como la segunda actividad económica. Finalmente, el Puerto de Tuxpan es uno de los puertos principales del país por el manejo de carga, ya que en 2016 quedó en sexto lugar en el Golfo de México y décimo a nivel nacional. Del mismo modo, en ese mismo año reportó 14 millones de toneladas, lo que representa alrededor del 9% del total de la carga nacional; y 11 millones de toneladas de carga de petróleo y derivados, que representa el 80% de la carga total reportada del Puerto (SCT 2016a).	necesidades del Proyecto sin modificaciones ni mejoras. Además, la presencia del Proyecto es temporal y transitoria. Los efectos generales en los factores socioeconómicos serían Insignificantes.	medidas se describen a continuación, y también incluyen aquellas descritas anteriormente en la sección Ambiente Marino – Agua. Las medidas de mitigación incluyen, pero no están limitadas, a: • Consideración preferente, cuando sea posible, a la compra de bienes y servicios ofrecidos por compañías locales. • Empleo y entrenamientos diseñados e implementados de manera ética, sustentable y socialmente responsable, respetando los principios de derechos humanos, y en línea con el Código de Conducta de Shell que se incluye en la EvIS. • Los residuos peligrosos y de manejo especial se almacenarán de manera separada y en conformidad con los controles operacionales a bordo. Los residuos se transportarán a la costa para su almacenamiento, tratamiento, disposición final, y/o traslado a otra instalación autorizada para procesar y disponer los residuos, manejados bajo las especificaciones de la NOM-001-ASEA-2019, y en cumplimiento con los artículos 28 y 32 de la LGPGIR, Artículo 17 del R-LGPGIR, la NOM-011-SCT2/2012, la NOM-003-SCT2-1994, la NOM-012-SCT-2-2017, la NOM-023-SCT4-1995 y la NOM-149-SEMARNAT-2006. • El buque de perforación y los OSV/FSV (según la clase de buque y la administración de abanderamiento) cumplirán con SOLAS 1974, COLREGs 1972, y con las regulaciones internacionales de navegación y vigilancia. • El PRE se compartirá y comunicará a todas las autoridades relevantes de acuerdo con el marco legal. • El Mecanismo Global de Retroalimentación Comunitaria de Shell será implementado para permitir a las comunidades y a otros terceros interesados proveer una retroalimentación sobre el desempeño de Shell. • El contacto con las embarcaciones, incluyendo buques de pesca, se realizará por radio o por otros medios si es necesario. En adición se implementará un PRE y un PVAI, que se enmarcarán en el PGS del Proyecto (para ver más detalle, referirse a la EvIS del Proyecto).
Ambiente Terrestre - Aire, Sonido, y Tráfico	Como se mencionó anteriormente, en los posibles puertos y sus alrededores se llevan a cabo numerosas actividades de manera diaria. Las condiciones de línea base en la costa consideran los efectos del tráfico, las emisiones a la atmósfera y las fuentes de sonido; los receptores humanos locales se han adaptado a las condiciones existentes.	Los puertos tienen capacidad e infraestructura suficientes para satisfacer las necesidades del Proyecto sin ninguna modificación o mejora. Sin embargo, el aumento en el tráfico vial asociado con las actividades del Proyecto (especialmente si se requiere que los SPS sean tratados y dispuestos en tierra firme) puede generar una mayor congestión del tráfico, un aumento de las emisiones a la atmósfera y una mayor generación de sonido. En general, los efectos con el Proyecto serían Menores.	Con la implementación de medidas de mitigación, la Significancia de los impactos del Proyecto al ambiente terrestre se determinó como Insignificante. Las medidas de mitigación que abordan los impactos del Proyecto en el ambiente terrestre, incluyendo caminos y calidad del aire, incluyen aquellas descritas anteriormente en la sección Ambiente Terrestre / Marino – Socioeconómico, y la adhesión a las guías de la Autoridad de Puertos para las rutas de tránsito. Adicionalmente se implementará un PL.

Fuente: AECOM 2021

7.2 Pronóstico ambiental

El pronóstico ambiental para el SAR, en el escenario de la ejecución planeada del Proyecto con la implementación de las medidas de mitigación, considera impactos adversos de insignificantes a moderados, e impactos residuales insignificantes al SAR durante el Proyecto para los impactos planeados. Por otro lado, los eventos no planeados consideran impactos con una significancia de insignificante a mayor, e impactos residuales de insignificantes a moderados. Las medidas de mitigación fueron diseñadas y enfocadas a minimizar los impactos de las actividades planeadas del Proyecto a los hábitats o poblaciones dentro del SAR y las AII. Estas medidas ayudan a garantizar que la estructura fundamental, la función y la integridad de los ecosistemas a una escala regional no sea significativamente impactada durante las actividades planeadas del Proyecto, que los impactos socioeconómicos sean de insignificantes a benéficos y que los impactos residuales al SAR sean insignificantes.

En el escenario de la ejecución del Proyecto, con la implementación de las medidas de mitigación, se pueden esperar cambios en el SAR durante la ejecución del Proyecto, como reflejo de la combinación de otros impactos antropogénicos no relacionados con el mismo.

Para los eventos no planeados mitigados, la probabilidad de que haya impactos residuales moderados es baja, pero existente. Estos impactos podrían afectar a poblaciones o comunidades especificas dentro del SAR, o el funcionamiento ecosistémico del mismo o ciertas áreas de éste. Teóricamente, esto podría incluir una posibilidad extremadamente remota de interacción entre los impactos y el cambio climático, afectando la distribución, estructura y función de ecosistemas costeros.

7.3 Evaluación de alternativas

De acuerdo con las condiciones de licitación para el Área Contractual que se discutieron en el **Capítulo 2**, se aplican las regulaciones mexicanas enfocadas al desarrollo del Sector Hidrocarburos y las mejores prácticas de la industria empleadas en el Proyecto (condiciones muy específicas, regulaciones, tecnología y enfoques) para reducir la posibilidad de ocurrencia e intensidad de los impactos a lo mínimo posible. Por lo tanto, la única alternativa real desde el punto de vista de impactos residuales en el SAR es ejecutar o no el Proyecto, donde las alternativas factibles dentro del contexto de la ejecución del Proyecto son generalmente nulas. Las secciones a continuación abordan este tema en términos de los aspectos específicos del Proyecto.

7.4 Ubicación: indicando los otros sitios alternativos de localización

7.4.1 Actividades de exploración

Las actividades de exploración del Proyecto están limitadas al Área Contractual, como se definió en el contrato con el Gobierno Federal de México (**Capítulo 2**). No hay otras alternativas de ubicación para este Proyecto.

7.4.1.1 Actividades y servicios de apoyo

Los servicios de apoyo en tierra y en tránsito, se detallan y discuten en el **Capítulo 2**. Estos servicios se seleccionaron de recursos disponibles, tomando en cuenta la distancia del Área Contractual, minimizando las emisiones de GEI y contaminantes del buque de perforación, los OSV/FSV y helicópteros cuando fuera posible, y dependiendo únicamente en recursos existentes, eliminando así los impactos de nuevos desarrollos. Para este Proyecto, los puertos y helipuertos seleccionados tienen los recursos de apoyo.

7.4.1.2 De tecnología: indicando los procesos, métodos o técnicas alternativas

La tecnología de exploración, así como los servicios de apoyo en tierra y en tránsito, cuentan con la disponibilidad y están en línea con las GIIP. Estos se detallan en el **Capítulo 2** y el **Capítulo 6**, así como en el presente capítulo, y se seleccionaron para maximizar la eficiencia y seguridad, mientras se minimizan los impactos inmediatos y residuales en el SAR (**Capítulo 5**). Las alternativas a estas tecnologías propuestas no ofrecen los mismos niveles de eficiencia y seguridad, y podrían no ser viables en el contexto del Proyecto, debido al compromiso del Proyecto

de aplicar los mejores estándares de eficiencia y seguridad, mientras cumple con todas las leyes y reglamentos aplicables.

7.4.1.3 De reducción de la superficie a ocupar

Debido a la naturaleza de corto plazo del Proyecto, su dependencia a los recursos existentes en tierra y la falta de infraestructura nueva asociada, el Proyecto tiene una huella espacial residual mínima dentro o fuera del SAR. Durante la ejecución del Proyecto, la ubicación del buque de perforación, junto con su radio circundante de 500 m, comprende la huella temporal de facto, con impactos espaciales inmediatos limitados a la ocupación simple de este espacio (contrario a la alteración del espacio). Los mismos impactos espaciales transitorios de los OSV/FSV y el helicóptero de apoyo, durante el tránsito, también existen. Por lo tanto, la reducción de la superficie para impactos residuales de estas actividades no es aplicable, con impactos insignificantes y ninguna alternativa disponible. Cerca del cabezal del pozo taponado, una capa delgada de recortes de perforación con WBDF y SPS cubrirá el lecho marino, como se describió en el **Capítulo 5**, **Capítulo 6** y la **Tabla 7-1**. El vertimiento de los SPS se realizará de conformidad con las regulaciones y permisos mexicanos.

7.4.1.4 De características tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades

Los servicios de soporte en tierra y de tránsito, se seleccionaron de un grupo de recursos disponibles, buscando líderes en la industria que cumplan o superen los estándares existentes y las mejores prácticas. Estos se detallan en el **Capítulo 2** y en el **Capítulo 6**, así como anteriormente en este capítulo, y se seleccionaron para maximizar la eficiencia y seguridad, mientras se minimizan los impactos inmediatos y residuales en el SAR (**Capítulo 5**). Esta selección enfatiza la seguridad y eficiencia en las dimensiones, cantidad y distribución de las obras y actividades asociadas con el Proyecto. Las alternativas en los enfoques e infraestructura ya seleccionados no ofrecen el mismo nivel de eficiencia y seguridad, no se consideran convenientes, y podrían no ser viables en el contexto del Proyecto, debido al compromiso del Proyecto de aplicar los mejores estándares de eficiencia y seguridad, mientras cumple con todas las regulaciones pertinentes del Gobierno Federal de México.

7.5 Conclusiones

Esta evaluación consideró todas las fuentes de impactos potenciales al SAR generados por las actividades del Proyecto y concluye que el balance entre impactos potenciales benéficos y adversos de las actividades planeadas del Proyecto favorece ciertos factores socioeconómicos locales, comparado con los impactos en el SAR. Se planea que los impactos potenciales sean de insignificantes a moderados, y los impactos residuales tenderán a ser insignificantes, en la medida de lo posible, con la aplicación de medidas de mitigación.

También se implementarán medidas de mitigación y un PVA que considera diversos planes, entre ellos el plan de respuesta a emergencias y el plan de atención de derrames para atender los impactos de actividades no planeadas. Aun cuando estas medidas están diseñadas para responder efectivamente a una serie de eventos no planeados poco probables, la naturaleza incierta de dichos eventos impide un pronóstico definitivo para los impactos residuales. Los impactos potenciales y las medidas de mitigación para eventos no planeados se presentan en el **Capítulo 5** y en el **Capítulo 6**, mientras que los escenarios y procedimientos de respuesta a emergencias se describen en el ERA.

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

A continuación, se hace una descripción de los instrumentos metodológicos y técnicos utilizados en la elaboración de la MIA-R. La información de este capítulo se presenta en tres rubros principales, los cuales se estructuraron en congruencia con el contenido y orden de aparición en este documento, de acuerdo con lo siguiente:

- Formatos de presentación
- Anexos
- Referencias

8.1 Formatos de presentación

Los formatos de presentación están integrados para propósitos de esta MIA-R, en planos definitivos, fotografías, videos y listas de flora y fauna.

Con respecto a los planos definitivos, el Proyecto no contempla el desarrollo ni la construcción de infraestructura o instalación ya que como se indica en el documento se subcontratará un buque de perforación para las actividades de perforación y exploratorias, por lo que no se integran planos.

En cuanto a los videos, imágenes y fotografías obtenidos durante el desarrollo del trabajo de campo del Estudio de LBA se presentaron en el reporte del Estudio de LBA que aprobó la ASEA, información que se utilizó para el desarrollo de la caracterización ambiental en esta MIA-R. Por lo anterior, ni los videos, imágenes ni fotografías se presentan como anexos a esta MIA, ya que la información se integra en el **Capítulo 4**.

8.1.1 Mapas

Los mapas que se utilizaron para ilustrar y apoyar la información incluida en esta MIA-R, se integran en el Anexo 8.1.1.

8.1.2 Imágenes y fotografías

Las imágenes y fotografías que se utilizaron para ilustrar y apoyar la información contenida en esta MIA-P, se integran en el Anexo 8.1.2.

8.2 Otros anexos

En esta sección se integran los anexos relacionados a la documentación legal del promovente y los documentos oficiales relacionados con el Área Contractual, la información documental del prestador de servicios ambientales, resoluciones o permisos del Proyecto; entre otros, los cuales se detallan a continuación.

8.2.1 Documentación del Operador y del Proyecto

La documentación que soporta la aprobación del Plan de Exploración del Proyecto y la figura legal del Operador se presentan en los siguientes anexos:

Anexo 8.2.1 Oficio de aprobación del Plan de Exploración

Anexo 8.2.2 Acta Constitutiva del Promovente

Anexo 8.2.3 Registro Federal de Contribuyentes

Anexo 8.2.4 Identificación del Representante Legal

Anexo 8.2.5 Poder Notarial

8.2.2 Cédulas profesionales del personal técnico participante en la MIA-R

Las cédulas profesionales del equipo local de AECOM México que participó en la preparación de esta MIA-R se presentan en el Anexo 8.2.6 Cédulas profesionales

8.2.3 Resoluciones del Proyecto

Las resoluciones de las autoridades correspondientes obtenidas por Shell para el Proyecto se presentan en los siguientes anexos:

Anexo 8.2.8 Notificación de ausencia de Daños Ambientales y de Daños Preexistentes de CNH y Opinión técnica favorable del Informe de LBA de la ASEA

Anexo 8.2.9 Resolución de la EvIS de la SENER

8.2.4 Vinculación con la Unidades de Gestión Ambiental en el SAR

Las UGA con las que podría interactuar el Proyecto, las estrategias y acciones aplicables se describen en el Anexo 8.2.10 Análisis y vinculación con las estrategias ecológicas y acciones específicas para todas las UGA en el SAR y relacionadas con el Proyecto.

8.2.5 Identificación de Impactos

La matriz de interacción de impactos y la valoración de impactos potenciales e impactos residuales para eventos planeados y no planeados con la aplicación de las medidas de mitigación se presentan en el Anexo 8.2.11.

8.3 Referencias

AECOM. 2018a. *Estudio de Línea Base Ambiental, Área Contractual AP-CS-G04, Cuenca Salina, Golfo de México*.

AECOM. 2018b. *Evaluación de Impacto Social, Área Contractual G-CS-04, Cuencas del Sureste, Golfo de México*.

Aguilar, V., Kolb, M., Hernández, D., Urquiza, T. y Koleff, P. 2008. *Prioridades de conservación de la biodiversidad marina de México*. Biodiversitas, 79, 1-15.

Alduchov, O. A. y R. E. Eskridge. 1996. *Improved Magnus Form Approximation of Saturation Vapor Pressure*. J. Appl. Meteor., 35, 601–609.

Álvarez-Cadena, J. N., Almaral-Mendivil, A. R., Ordóñez-López, U. y Uicab-Sabido, A. 2008. *Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México*. Hidrobiológica, 18, 37-48.

AMEC Foster Wheeler. 2017. *Golfo de Mexico. Línea Base Ambiental Regional – Fase I. Análisis de escritorio*. Cinturón Plegado Perdido y Cuenca Salina. London, UK: Amec Foster Wheeler.

Antochiw-Alonzo. 2005. Red de Varamientos de Yucuatán, A.C., México. En: <http://www.revay.org/espanol/varamientos/redes.htm>, última consulta: 15 de abril de 2020.

API Dos Bocas. 2016. Administración Portuaria Integral de Dos Bocas. En: <https://www. https://www.puertodosbocas.com.mx/>, última consulta: 10 de noviembre de 2019.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López y V. Aguilar Sierra. 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

AvesMX 2015a. AICA - Laguna de Términos. En: <http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_170>, última consulta: noviembre de 2019.

AvesMX. 2015b. AICA - Centro de Veracruz. CONABIO. En: <http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_150>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

AvesMX. 2015c. AICA – Humedales de Alvarado. En: <http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_41>, última consulta: noviembre de 2019.

AvesMX. 2015d. AICA - Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz. CONABIO. En: <http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_88>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Ávila, E., Yáñez, B. y Vazquez-Maldonado, L. E. 2015. *Influence of habitat structure and environmental regime on spatial distribution patterns of macroinvertebrate assemblages associated with seagrass beds in a southern Gulf of Mexico coastal lagoon*. Marine Biology Research, 11, 755-764.

Ávila-Pérez, E. 2016. *Heterogeneidad Ambiental y Factores de Presión en los Arrecifes de Los Tuxtlas, México*. Tesis de Licenciatura en Biología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Tuxpan, Veracruz, MX.

Ayuntamiento de Alvarado. 2018. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. En: <http://www.alvarado.gob.mx/Descargas/PLAN%20MUNICIPAL%20ALVARADO%20FINAL.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

Ayuntamiento de Tampico. 2019. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Publicado el 28 de enero de 2019 en el Periódico Oficial. En: <http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2019/02/POL-EXT.No_.2-280119-ANEXO-TAMPICO.pdf>, última consulta: 14 de abril de 2020.

Ayuntamiento de Tuxpan. 2018. Plan municipal de desarrollo 2018 – 2021. En: <https://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2018/transparencia/ley_875/Art16/F_II/Inc_a_GAC_2018_172_LUNES_30_TOMO_VI_EXT.pdf>, última consulta: marzo de 2019.

Ayuntamiento de Veracruz. 2018. Plan municipal de desarrollo 2018 – 2021. En: <http://decide.veracruzmunicipio.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/118/PMD.pdf>, última consulta: 1 de noviembre de 2019.

Baguley, J. G., Montagna, P. A., Hyde, L. J. Y Rowe, G. T. 2008. *Metazoan meiofauna biomass, grazing, and weight-dependent respiration in the Northern Gulf of Mexico deep sea*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 55, 2607-2616.

Baird, R. W. 2002. *Risso's dolphin (Grampus griseus)*. Encyclopedia of Marine Mammals. San Diego, CA: Academic Press.

Balsam, W. L. y Beeson, J. P. 2003. *Sea-floor sediment distribution in the Gulf of Mexico*. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 50, 1421-1444.

Band-Schmidt, C. J., L. Morquecho, D. U. Hernández-Becerril, A. Reyes-Salinas y E. Bravo-Sierra. 2004. *Raphidophyceans on the coasts of Mexico*. Hydrobiología, 515, 79-89.

Bangma, J. L. Y Haedrich, R. L. 2008. *Distinctiveness of the mesopelagic fish fauna in the Gulf of Mexico*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 55, 2594-2596.

Barbosa, F. 2008. *Situación actual de Pemex en las aguas profundas del Golfo de México*. Economía UNAM, 5(15), 66-82.

Barrios-Garrido, H., De Turris-Morales, K. y Espinoza-Rodriguez, N. 2012. *Primer registro del delfín de Fraser Lagenodelphis hosei para el Golfo de Venezuela*. ANARTIA, 24, 83-88.

Barron, G. L. y Jefferson, T. A. 1993. *First records of the Melon-headed whale (Peponocephala electra) from the Gula of Mexico.* Southwest. Nat., 38, 82-85.

Baumgartner, M. F., Mullin, K. D., May, L. N. y Leming, T. D. 2001. *Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin of the ational Marine Fisheries Service Scientific Publications Office*. Seattle, WA, 99, 219-239.

Bergantino, R. N. 1971. *Submarine Regional Geomorphology of the Gulf of Mexico*. Geological Society of America Bulletin, 82, 741-752.

Bermeo Yossa, G. 2010. *Air Quality Simulation Originated for the Emission of Contaminants in the Southern Gulf Mexico. Thesis to Obtain a Master's Degree in Environmental Engineering*. National Autonomous University of Mexico.

Bernhard, J. M., Sen Gupta, B. K. y Baguley, J. G. 2008. *Benthic foraminifera living in Gulf of Mexico bathyal and abyssal sediments: Community analysis and comparison to metazoan meiofaunal biomass and density*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 55, 2617-2626.

Biggs, D. C., Hu, C. y Müller-Karger, F. E. 2008. *Remotely sensed sea-surface chlorophyll and POC flux at Deep Gulf of Mexico Benthos sampling stations*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 55, 2555-2562.

Biggs, D. C., Leben, R. R. y Ortega-Ortiz, J. G. 2000. *Ship and satellite studies of mesoscale circulation and sperm whale habitats in the northeast Gulf of Mexico during Gulf Cet II*. Gulf of Mexico Science, 18, 15-22.

Biggs, D. C. y P. H. Ressler. 2001. *Distribution and Abundance of Phytoplankton, Zooplankton, Ichthyoplankton, and Micronekton in the Deepwater Gulf of Mexico*. Gulf of Mexico Science 19 (1).

BioGoMx. s.f. Biodiversidad Marina de Yucatán. En: <https://bdmy.org.mx/>, última consulta: abril de 2020.

Bird International. 2001. Important Bird Areas factsheet: Humedal South of Tamaulipas and North Veracruz. En: <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/humedal-south-of-tamaulipas-and-north-veracruz-iba-mexico/text>, última consulta: noviembre de 2019.

Bird, P. 2003. An updated digital model of plate boundaries. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 4(3).

Blenkey, Nick. 2020. SEACOR Marine expands its Fast Support Vessel Fleet. En: <https://www.marinelog.com/offshore/oil-gas/seacor-marine-expands-its-fast-support-vessel-fleet/>, última consulta: 2 de enero de 2019.

BOEM. 2017. Gulf of Mexico OCS Oil and Gas Lease Sales: 2017-2022 (2017): Gulf of Mexico Lease Sales 249, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 259, and 261. Final Multisale Environmental Impact Statement Volume II: Chapters 4-8. OCS EIS/EA. BOEM 2017-009. U.S.: Bureau of Ocean Energy Management (BOEM). En: <https://www.boem.gov/BOEM-EIS-2017-009-v2/>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Boethling, R. S., Sommer, E., y DiFiore, D. 2007. *Designing small molecules for biodegradability*. Chemical reviews, 107(6), 2207-2227.

Bogdanov, D. V., Sokolovv, V. A. y Khromov, N. S. 1968. *Regions of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea*. Oceanology (USSR), 8(3): 466-478.Bolten, A. B. 2003. *Variation in Sea Turtle Life History Patterns: Neritic vs. Oceanic Developmental Stages*. The Biology of Sea Turtles, Volume II. Boca Raton, FL: CRC Press.

Bonifacio, C. 2008. Galleons and Sunken Treasure. Signum Ops, Florida. Electronic document. En: <http://etheses.whiterose.ac.uk/5779/>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Bonifacio, C. 2010. *Galeones y tesoros sumergidos*. Lulu.com.

Bortone, S. A., Hastings, P. M. Y Collard, S. B. 1977. *The pelagic Sargassum ichthyofauna of the eastern Gulf of Mexico*. Northeast Gulf Science, 1, 60-67.

Botello, A. V. 1996. *Características, composición y propiedades fisicoquímicas del petróleo. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias: EPOMEX Serie Científica 5*. Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche.

Botello, A. V., J. Rendón Von Osten, J. A. Benítez y G. Gold-Bouchot. 2014. *Golfo de México. Contaminación e Impacto Ambiental*. Diagnóstico y Tendencias, UAC, UNAM-ICMyl, CINVESTAV-Unidad Mérida.

Bouillon, J. y Boero, F. 2000. *Phylogeny and classification of Hydroidomedusae*. Thalassia Salentina, 24, 1-296.

Bourguet, D., A. Lambert, A. Raibaut y F. Renaud. 1993. L´insolitenanisme de crustacés parasites. La Recherche, 24, 454-456.

Boyer, T. P., Biddle, M., Hamilton, M., Mishonov, A. V., Paver, C. R., Seidov, D. y Zweng, M. 2011. Gulf of Mexico Regional Climatology, NOAA/NODC Dataset. En: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/regional_climate/GOMclimatology/>, última consulta: 19 de noviembre de 2019

Boys, C. A., Robinson, W., Baumgartner, L. J., Rampano, B. y Lowry, M. 2013. *Influence of approach velocity and mesh size on the entrainment and contact of a lowland river fish assemblage at a screened irrigation pump*. PloS one, 8, e67026.

Brenner, J., Voight, C. y Mehlman, D. 2016. *Migratory Species in the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Pathways, Threats and Conservation*. Arlington, VA: The Nature Conservancy.

Brooks, G. R., Larson, R. A., Schwing, P. T., Romero, I. C., Moore, C., Reichart, G., Jilbert, T., Chanton, J. P., Hastings, D. W., Overholt, W. A., Marks, K. P., Kostka, J. E., Holmes, C. W. y Hollander, D. J. 2015. *Sedimentation Pulse in the NE Gulf of Mexico following the 2010 DWH Blowout.* PLOS ONE, 10, e0132341.

Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Da Fonseca, G. A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D. y Rodrigues, A. S. 2006. *Global biodiversity conservation priorities.* science, 313, 58-61.

Brüning, M., Sahling, H., Macdonald, I., Ding, F. y Bohrmann, G. 2010. *Origin, distribution, and alteration of asphalts at Chapopote Knoll, Southern Gulf of Mexico.* Marine and Petroleum Geology, 27, 1093-1106.

Bryant, W. R., Lugo, J., Cordova, C. y Salvador, A. 1991. *Physiography and Bathymetry.* The Geology of North America. Colorado, USA: Geological Society of America.

Buchman, M. F. 2008. *Screening Quick Reference Tables.* NOAA ORYR Report 08-1, 34 pp, Seattle, WA, Office of Response and Restoration, National Oceanographic and Atmospheric Administrations (NOAA).

Burger, J. 2017. *Avian Resources of the Northern Gulf of Mexico. Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill: Volume 2.* Fish Resources, Fisheries, Sea Turtles, Avian Resources, Marine Mammals, Diseases and Mortalities. New York, NY: Springer New York.

Byrnes, M. R., Davis, R. A., Kennicutt, M. C., Knieb, R. T., Mendelssohn, I. A., Rowe, G. T., Tunnell, J. W., Vittor, B. A. y Ward, C. H. 2017. *Water Quality, Sediments, Sediment Contaminants, Oil and Gas Seeps, Coastal Habitats, Offshore Plankton and Benthos, and Shellfish. Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill, Volume 1*. New York, NY: Springer Publishing Open Access.

Caenn, R., Darley, H. C. H.y Gray, R. G. 2011. *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids 6th.* Edition, Waltham, MA, Gulf Professional Publishing - Elsevier Publishing.

Carr, A. 1987. *New Perspectives on the Pelagic Stage of Sea Turtle Development*. Conservation Biology, 1, 103-121.

Carr, A. y Meylan, A. B. 1980. *Evidence of Passive Migration of Green Turtle Hatchlings in Sargassum*. Copeia, 1980, 366-368.

Carrillo-Laguna, J., Mille-Pagaza, S. R. y Guadarrama-Granados, R. 1992. *La comunidad zooplanctónica de la Sonda de Campeche en dos temporadas*. Verano 1980 y primavera 1986. VI Reunión Sociedad Mexicana de Planctología. Yucatán, Mexico: A.C. Mérida.

Caso, M., Pisanty, I. y Ezcurra, E. 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México - Volumen 2.* First Edition, Mexico, Secretaria De Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Instituto Nacional de Ecologia (INE) - Instituto de Ecologia (AC) - Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies.

Cato, J. C., Prochaska, F. J. y Pritchard, P. C. H. 1978. *An analysis of the capture, marketing, and utilization of marine turtles.* St. Petersburg, FL, Environmental Assessment Division, National Marine Fisheries Service.

CDI. 2010. Localidades indígenas. Obtenido de Catálogo de localidades indígenas. En: <http://www.cdi.gob.mx/localidades2010-gobmx/>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Ceballos, C. y Arroyo, C. J. 2007. *Lista actualizada de los mamíferos de México 2012*. Revista Mexicana de Mastozoología, 2, 27-80.

CEMDA. 2011. El Sistema Arrecifal Veracruzano. Reporte de un Área Natural Protegida Amenazada. En: <http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/PNSAV.Final_.pdf [Consultado en Oct 2018]

CEMDA. 2017. El Sistema Arrecifal de los Tuxtlas. Área Prioritaria para la Conservación en Espera de Protección Legal. En: <http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2017/01/Informe-Reserva-Arrecifal-Los-Tuxtlas-finall-1.pdf>, última consulta 13 de mayo de 2020.

CFR. 2012. Title 40, Part 435, Appendix 7 to Subpart A of Part 435. *Determination of the Amount of Non-Aqueous Drilling Fluid (NAF) Base Fluid From Drill Cuttings by a Retort Chamber (Derived From API Recommended Practice 13B-2) (EPA Method 1674)*. 106-3:40.

Cinzano, P., Falchi, F. y Elvidge, C. D. 2001. *The first World Atlas of the artificial night sky brightness*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328, 689-707.

CIT. 2013. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas. En: <http://www.iacseaturtle.org/docs/Texto-CIT-ESP.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019

CITES. 1973. Apéndices I, II y III de la CITES. En: <https://cites.org/esp/app/index.php >, última consulta: noviembre de 2019.

Cloern, J. E., Foster, S. Q. y Kleckner, A. E. 2014. *Phytoplankton primary production in the world's estuarine-coastal ecosystems. Biogeosciences.* 11, 2477-2501.

CNH. 2015. Golfo de México. En: <https://www.rondasmexico.gob.mx/media/1049/atlas_cs.pdf>, última consulta 13 de mayo de 2020.

CNH. 2016. Disposiciones Técnicas para el aprovechamiento del gas natural asociado, en la exploración y extracción de hidrocarburos. Publicada el 7 de enero de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5422286&fecha=07/01/2016>, última consulta: abril de 2020.

CNH. 2018. Administración de Contratos, CNH-R02-L04-AP-CS-G09/2018. Rondas México. En: <https://rondasmexico.gob.mx/esp/contratos/cnh-r02-l04-ap-cs-g092018/?tab=02>, última consulta 13 de enero de 2021.

CNP. 2012. Carta Nacional de Pesca. Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/CARTA%20NACIONAL%20PESQUERA/24082012%20SAGARPA.pdf>, última consulta 13 de mayo de 2020.

CONABIO. 2002. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). En: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>, última consulta: febrero de 2019.

CONABIO. 2008a. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Arrecife Profundo de Cabo Rojo. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/8/84/97_Arrecife_Profundo_CaboRojo.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008b. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/1/1b/60_Sistema_Lagunar_Alvarado.pdf>, última consulta: noviembre de 2019

CONABIO. 2008c. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Ciénega del Fuerte de Anaya – Río Nautla. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/6/6f/57_Cienega_del_Fuerte_Rio_Nautla.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008d. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Cuenca Baja y Delta del Río Coatzacoalcos. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/7/7c/62_Coatzacoalcos.pdf>, última consulta: mayo 2020.

CONABIO. 2008e. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Humedales Costeros del Centro de Veracruz. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/d/d1/58_Humedales_costeros_Centro_Veracruz.pdf>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2008f. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Humedales Costeros del Río Tecolutla – Bajos del Negro. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/7/7c/56_Humedales_costeros_Tecolutla_Bajos_del_Negro.pdf> , última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008g. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Humedales Costeros del Sur de Tamaulipas. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/a/a5/53_Humedales_costeros_Sur_de_Tamaulipas.pdf>, última consulta: 15 de abril de 2020.

CONABIO. 2008h. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Humedales costeros y Arrecifes de Tuxpan. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/1/14/55_Humedales_Costeros_y_Arrecifes_de_Tuxpan.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008i. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/c/ca/63_Humedales_costeros_y_Plataforma_Tabasco.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008j. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Laguna de Términos. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/0/04/64_Laguna_Terminos.pdf> última consulta: mayo 2020.

CONABIO. 2008k. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/3/34/54_Lagunas_Pueblo_Viejo_Tamiahua.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2008l. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Plataforma Continental Frente a los Tuxtlas. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/4/4d/61_Plataforma_continental_Tuxtlas.pdf>, última consulta: mayo 2020.

CONABIO. 2008m. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios pata la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Sistema Arrecifal Veracruzano En: < http://www.conabio.gob.mx/gap/images/8/85/59_Sistema_Arrecifal_Veracruzano.pdf>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2008n. Ficha técnica para la evaluación de los Sitios Prioritarios pata la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Cañón Submarino de Campeche. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/images/c/cb/101_Ca%C3%B1%C3%B3n_Campeche.pdf>, última consulta: mayo 2020.

CONABIO. 2008p. Sitios Marinos Prioritarios. En: <http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Sitios_prioritarios_marinos:_SHP>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2012a. RHP 73. Cenotes de Aldama. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_073.html>, última consulta: diciembre de 2018.

CONABIO. 2012b. RHP 79. Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_079.html>, última consulta: diciembre de 2018.

CONABIO. 2012c. RHP 90. Laguna de Términos - Pantanos de Centla. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_090.html>, última consulta: diciembre de 2018.

CONABIO. 2017a. Regiones Hidrológicas Prioritarias de México. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017b. Regiones Marinas Prioritarias de México. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/marinas.html>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2017c. Regiones Terrestres Prioritarias de México. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017d. RMP 47. Pueblo Viejo – Tamiahua. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_047.html>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2017e. RMP 48. Tecolutla. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_048.html>, última consulta: noviembre de 2019.

CONABIO. 2017f. RMP 49. Laguna Verde-Antón Lizardo. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_049.html>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017g. RMP 50. Sistema Lagunar de Alvarado. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_050.html>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017h. RMP 51. Los Tuxtlas. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>, última consulta: mayo de 2020.

CONABIO. 2017i. RMP 52. Delta del Río Coatzacoalcos. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>, última consulta: mayo de 2020.

CONABIO. 2017j. RMP 53. Pantanos de Centla – Laguna de Términos. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>, última consulta: mayo de 2020.

CONABIO. 2017k. RMP 54. Giro Tamaulipeco. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_054.html>, última consulta: 18 de noviembre de 2019.

CONABIO. 2017l. RMP 56. Cayos Campeche. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>, última consulta: mayo de 2020.

CONABIO. 2017m. RTP 103. Laguna de Tamiahua. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_103.pdf>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017n. RTP 95. Laguna de San Andrés. En: < http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html >, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2017o. RTP 123. Dunas Costeras del Centro de Veracruz. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html>, última consulta: mayo de 2020.

CONABIO. 2017p. RTP 124. Humedales del Papaloapan. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_124.pdf>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

CONABIO. 2018. Portal de Geo-información Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En: <(http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONACYT. 2017. En busca de tortugas marinas en el golfo de México. En: <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundo-vivo/15714-busca-tortugas-marinas-golfo-mexico>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONAGUA-SMN. 2018. Información Climatológica. México: CONAGUA-SMN. En: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONANP 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga caguama (Caretta caretta), Mexico City, Mexico: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/especies/WEB/docs/pace/PACE-TORTUGA-CAGUAMA.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONANP. 2014. Programa de Manejo: Area de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan. Mexico: Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas. En: <http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2014/Lobos_tuxpanfinal.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONANP. 2017. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. En: <http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/PN_Sistema_Arrecifal_Veracruzano.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONANP. 2018. Ficha SIMTEC: Laguna de Términos. En: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=118Y=11>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONAPESCA. 2011. Compañías con licencia para pesca de atún. En: <https://www.gob.mx/conapesca>, última consulta: 10 de noviembre de 2019.

CONAPESCA. 2014. Estadísticas De Producción Pesquera. CONAPESCA. En: < http://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/datosabiertos/Produccion_Pesquera.zip>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONAPESCA. 2017. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. En: <https://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/dgppe/2017/ANUARIO_ESTADISTICO_2017.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONAPO. 2010. Índice de Marginación. En: <http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

CONEVAL. 2010. "Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Resultados de pobreza en México 2014 a nivel nacional y por entidades federativas" en Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. En: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2014.aspx>, última consulta: 19 de noviembre de 2018.

Congreso de la Unión. 1986. Ley Federal del Mar. Publicada el 8 de enero de 1986 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfm.htm>, última consulta: abril de 2020.

Cornell Lab of Ornithology. 2018. Neotropical Birds Ithaca, NY: Cornell University. En: <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/home>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Costanza, R., D'arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. y Van Den Belt, M. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387, 253-260.

Coston-Clements, L., Settle, L. R., Hoss, D. E. y Cross, F. A. 1991. *Utilization of the Sargassum habitat by marine invertebrates and vertebrates: a review: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-296.* Washington, DC, National Oceanographic and Atmospheric Administrations (NOAA).

CRE. 2016. Acuerdo por el que la comisión Reguladora de Energía expide la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. Publicada el 29 de agosto de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5450011&fecha=29/08/2016>, última consulta: abril de 2020.

CREOCEAN. 2017. Conception, ingénierie et environnement pour un aménagement durable des territoires. En: <http://creocean.fr/>, última consulta: mar de 2019.

CSA. 2004. *Gulf of Mexico Comprehensive Synthetic Based Drilling Muds Monitoring Program. Final Report submitted to SBM Research Group*. Volumes I-II, Technical Results; Volume III Appendices. Continental Shelf Associate, Inc.

Cuevas-Flores, E., González Garza, B., Segovia Castillo, A. y Sosa-Escalante, J. 2010. *Tortugas marinas: poblaciones y hábitat críticos. Biodiversidad y desarrollo Humano en Yucatán*. México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Cuevas-Madrid, H. 2017. *Estudio geoquímico ambiental en núcleos de sedimentos del área de manglar en la Isla del Carmen, Laguna de Términos*. Maestría, Universidad Autónoma de México.

Curson, J., Quinn, D. y Beadle, D. 1994. *Warblers of the Americas: An Identification Guide.* Houghton Mifflin Harcourt.

Curtis, T. H., Mccandless, C. T., Carlson, J. K., Skomal, G. B., Kohler, N. E., Natanson, L. J., Burgess, G. H., Hoey, J. J. y Pratt, H. L., Jr. 2014. *Seasonal Distribution and Historic Trends in Abundance of White Sharks, Carcharodon carcharias, in the Western North Atlantic Ocean*. PLOS ONE, 9, e99240.

Daniel, T. C. 2001. *Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century*. Landscape and Urban Planning, 54, 267-281.

Davies, T. W., Duffy, J. P., Bennie, J. y Gaston, K. J. 2014. *The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution*. Frontiers in Ecology and the Environment, 12, 347-355.

Davis, R. A. 2017. *Sediments of the Gulf of Mexico*. Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill. New York, NY: Springer Publishers.

Davis, R. W., Fargion, G. S., May, N., Leming, T. D., Baumgartner, M., Evans, W. E., Hansen, L. J. y Mullin, K. 1998. *Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico*. Marine Mammal Science, 14, 490-507.

Davis, R. W., Ortega-Ortiz, J. G., Ribic, C. A., Evans, W. E., Biggs, D. C., Ressler, P. H., Cady, R. B., Leben, R. R., Mullin, K. D. y Würsig, B. 2002. *Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico*. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 49, 121-142.

Davis-Noland, B., Ward, J. y Adlhoch, J. 2009. *Synthesis, analysis, and integration of meteorological and air quality data for the Gulf of Mexico region*. Volume I: User's manual for the Gulf of Mexico air quality database (Version 1.0). OCS Study MMS 2009-055., New Orleans, LA., U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region.

Dean, H. K. 2008. *The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review*. Revista de Biología Tropical, 56.

Debrot, A. O. y Barros, N. B. 1994. *Additional Cetacean Records for the Leeward Dutch Antilles*. Marine Mammal Science, 10, 359–368.

DeHaan, C. J. y Sturges, W. 2005. *Deep cyclonic circulation in the Gulf of Mexico*. Journal of Physical Oceanography, 35, 1801–1812.

Del Hoyo, J., Collar, N. J., Christie, D. A., Elliott, A. y Fishpool, L. D. C. 2014. *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World*. Volume 1: Non-passerines, Barcelona, Spain and Cambridge, UK, Lynx Edicions Y BirdLife International.

Delgado-Estrella, A. 1991. *Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de las toninas (Tursiops truncatus Montagü, 1821) en la Laguna de Términos y Sonda de Campeche, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM.

Delgado-Estrella, A. 1994. *Presencia del delfín dientes rugosos o esteno (Steno bredanensis), en la costa de Tabasco, México*. Anales del Instituto de Biología: Series de Zoología, UNAM, 65, 303-305.

Delgado-Estrella, A. 2002. *Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, Tursiops truncatus, en la región sureste del Golfo de México (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo*). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM.

Demapoulos, A. W., Bourque, J. R. y Frometa, J. 2014. *Biodiversity and community composition of sediment macrofauna associated with deep-sea Lophelia pertusa habitats in the Gulf of Mexico*. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 93, 91-103.

Depledge, M. H., Godard-Codding, C. A. J. y Bowen, R. E. 2010. *Light pollution in the sea*. Marine Pollution Bulletin, 60, 1383-1385.

Díaz-Flores, M. A., Salas-De-León, D. A. y Monreal-Gómez, M. A. 2017. *Origen y evolución del giro ciclónico de la Bahía de Campeche, Golfo de México*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 52, 441-450.

Dimarco, S. F., Nowlin, W. D. y Reid, R. O. 2005. *A Statistical Description of the Velocity Fields From Upper Ocean Drifters in the Gulf of Mexico*. Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and Models. Geophysical Monographs Series Vol 161, American Geophysical Union.

Dodd, C. K. 1988. *Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle Caretta caretta (Linnaeus, 1758).* USFWS Biological Report 88(14), Washington, DC, U.S. Fish Y Wildlife Service, Department of the Interior.

Domínguez-Castañedo, N., Rojas-López, R., Solís-Weiss, V., Hernández-Alcántara, P. y Granados-Barba, A. 2007. *The use of higher taxa to assess the benthic conditions in the southern Gulf of Mexico.* Marine Ecology Progress Series, 28, 161–168.

Dooley, J. K. 1972. *Fishes associated with the pelagic Sargassum complex, with a discussion of the Sargassum community*. Contributions to Marine Science, University of Texas, 16, 1-32.

Dorn. P.B., Wong, D., Ye, J. y Martín, V.A. 2011. Chemical Properties Affecting the Environmental Performance of Synthetic Based Drilling Fluids for the Gulf of Mexico. SPE Americas E&P Health, Safety, Security and Environmental Conference.13 p.DTI. 2006. Guidance on The Assessment of The Impact of Offshore Wind Farms: Seascape and Visual Impact Report. UK Department of Trade and Industry (DTI). En: <(https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http:/www.berr.gov.uk/files/file22852.pdf>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

Dubranna, J., Pérez-Brunius, P., López, M. y Candela, J. 2011. *Circulation over the continental shelf of the western and southwestern Gulf of Mexico*. Journal of Geophysical Research, 116, 17pp.

Dumac 1999. *Proyectos de inventario y clasificación de humedales*. Revista Ducks Unlimited de México, Ducks Unlimited de México, A.C. (DUMAC), Año 21, 19-22.

DUMAC. 2002. Inventario y Clasificación de Humedales. En: <http://www.dumacservidordemapas.org>, última consulta: 1 de noviembre de 2019.

Duncan Charles D. y Havard, R. W. 1980. *Pelagic birds of the northern Gulf of Mexico*. A preliminary summary of distribution and abundance with comments on field identification. American Birds, 34, 122-132.

Eckert, K. L., Wallace, B. P., Frazier, J. G., Eckert, S. A. y Pritchard, P. C. H. 2012. Synopsis of the biological data on the leatherback sea turtle (Dermochelys coriacea): Synopsis of the Biological Data on the Leatherback Sea Turtle (Dermochelys coriacea) Biological Technical Publication BTP-R4015-2012 Washington, DC, U.S. Department of Interior Fish and Wildlife Service. En: <https://digitalmedia.fws.gov/digital/collection/document/id/1519/>, última consulta: noviembre de 2019.

Eckert, K. y Sarti, L. 1997. *Distant fisheries implicated in the loss of the world's largest leatherback nesting population*. Marine Turtle Newsletter, 78, 2-7.

El Universal. 2018. Puerto de Dos Bocas. En: <http://interactivo.eluniversal.com.mx/graficos/online/pdf-18/PDF-puertodosbocas.pdf>, última consulta: 7 de agosto de 2018

Elliott, B. A. 1982. *Anticyclonic Rings in the Gulf of Mexico*. Journal of Physical Oceanography, 12, 1292-1309.

Environment Agency. 2010. Impacts on Fish. En: <https://www.gov.uk/government/organisations/environment-agency>, última consulta: marzo de 2019.

Enwa. 2020. *Water Maker (RO)*. (Fotografía].

Erbe, C., Williams, R., Sandilands, D. y Ashe, E. 2013. *Identifying modeled ship noise hotspots for marine mammals of Canada's Pacific region*. PloS one, 9, e89820.

ERM. 2018. *Entrevistas en trabajo de campo para el Área de Influencia del Puerto de Alvarado*. México.

Escatel-Luna, R. E. 1997. *Biología poblacional de las toninas Tursiops truncatus, en la Laguna de Términos, Campeche, México*. Tesis de Maestría. Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica de los Ciclos Profesional y del Posgrado, UNAM.

Escobar-Briones, E. 2004. *Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el Golfo de México*. Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Mexico: Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.

Escobar-Briones, E. y García-Villalobos, F. J. 2009. *Distribution of total organic carbon and total nitrogen in deep-sea sediments from the southwestern Gulf of Mexico*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.

Etnoyer, PJ. 2009. *Distribution and Diversity of Octocorals in the Gulf of Mexico, PhD Dissertation*, Texas A&M University - Corpus Christi. 185 p.

Espinosa, P. H., Huidobro, L., Flores-Coto, C., Fuentes-Mata, P. Y Funes-Rodríguez, R. 2008. Peces. *Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital Natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad.* vol. 1. Mexico: CONABIO.

Espinosa-Fuentes, M. D., Flores-Coto, C., Sanvicente-Añorve, L. Y Zavala-García, F. 2009. *Vertical distribution of zooplankton biomass and ichthyoplankton density during an annual cycle on the continental shelf of the Southern Gulf of Mexico*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44, 477-488.

Etkin, D.S .1997. *The Impact of Oil Spills on Marine Mammals.* OSIR Report 13 March 1997 Special Report.

Evac Group. 2014. EVAC Advanced Wastewater Treatment Plant. Membrane Bio Reactor (MBR) 40-360. Marine Sector. 2 pp.

Evans, W. E. 1994. *Common dolphin, white-bellied porpoise Delphinus delphis Linnaeus, 1758*. Handbook of Marine Mammals, Vol 5: the First Book of Dolphins. San Diego, CA: Academic Press.

Fager, E. W. Y Mcgowan, J. A. 1963. *Zooplankton Species Groups in the North Pacific*. Science, 140, 453-460.

Fay, R. R. y Popper, A. N. 2000. *Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing*. Hearing research, 149, 1-10.

Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., and Falkowski, P. 1998. *Primary production of the bio-sphere: integrating terrestrial and oceanic components*. Science281(5374), 237-240.

Finneran, J. J., y Jenkins, A. K. 2012. *Criteria and thresholds for US Navy acoustic and explosive effects analysis*. Space and Naval Warfare Systems Center Pacific San Diego Ca.

FishBase. 2017. FishBase Version (06/2017). Froese, R. and D. Pauly, Editors. En: <http://www.fishbase.org>, última consulta: noviembre de 2019.

Flores-Coto, C. y Ordóñez-López, U. 1991. *Larval distribution and abundance of Myctophidae, Gonostomatidae, and Sternoptychidae from the southern Gulf of México Larval fish recruitment and research in the Americas: NOAA Technical Report NMFS 95*. Proceedings of the Thirteenth Annual Fish Conference. Mérida, México.

Flores-Coto, C., Espinosa-Fuentes, M. D. L. L., Zavala-García, F. Y Sanvivente-Añorve, L. 2009. *Ictioplancton del sur del Golfo de México: Un compendio*. Hidrobiológica, 19, 49-76.

Flores-Oto, C., Sanvicente-Añorve, L. Y Sánchez-Ramírez, M. 2013. *Appendicularian distribution and diversity in the southern Gulf of Mexico*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81, 123-131.

Franco, S. I., Canet, C., Iglesias, A. Y Valdés-González, C. 2013. *Seismic Activity in the Gulf of Mexico*. A Preliminary Analysis. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 65, 447-455.

Freiwald, A., Fosså, J. H., Grehan, A., Koslow, T. Y Roberts, J. M. 2004. *Cold-water coral reefs.* Cambridge, UK., UNEP-WCMC.

Frohlich, C. 1982. *Seismicity of the Central Gulf of Mexico.* Geology, 10, 103-106.

Fulling, G. L., Mullin, K. D. & Hubard, C. W. 2003. *Abundance and distribution of cetaceans in outer continental shelf waters of the U.S. Gulf of Mexico*. Fishery Bulletin, 101, 923-932

Gage, J. D. y Tyler, P. A. 1991. *Deep-Sea Biology: A Natural History of Organisms at the Deep-Sea Floor.* Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Galindo, J. A., Serrano, A., Martínez-Serrano, I., Valdés-Arellanes, M. P. y Heckel, G. 2006. *Cetacean conservation: identifying bottlenose dolphin hotspot populations in Veracruz, México*. 86th Annual Meeting of the American Society of Mammologists, Amherst MA.

Gallardo del Ángel, J. C., Velarde-González, E. Y Arreola- Alemón, R. 2004. *Las Aves del Gulf of Mexico y las Áreas Prioritarias para su Conservación. Diagnóstico ambiental del Golfo de México* - Volumen 1, First Edition. Mexico: Secretaria De Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Instituto Nacional de Ecologia (INE) - Instituto de Ecologia (AC) - Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies.

Gangopadhyay, A. y Sen, M. K. 2008. *A Possible Mechanism for the Spatial Distribution of Seismicity in Northern Gulf of Mexico*. Geophysical Journal International, 175, 1141–1153.

García-Córdova, E. A. 2011. *Variación espacial del ensamblaje del zooplancton y su relación con las condiciones oceanográficas superficiales y de contaminantes en el sur del Golfo de México (Otoño, 2009).* Tesis Licenciatura - Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Guadalajara, Jalisco, Mexico: Univesidad de Guadalajara.

García-Cuéllar, Á., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S. y Lluch-Cota, D. 2004. *Impacto Ecológico de la Industria Petrolera en la Sonda de Campeche, México, Tras Tres Décadas de Actividad: Una Revisión*. INCI, 29, 311-319.

Garrison, L. E. y Martin Jr., R. G. 1973. *Geologic Structure in the Gulf of Mexico: U.S*. Geological Survey Professional Paper 773. Reston, VA: U.S. Geological Survey.

Gasca, R. 1993. *Especies y Abundancia de Sifonoforos (Cnidaria: Hydrozoa) en la Region sur del Golfo de Mexico*. Caribbean Journal of Science, 29, 220-225.

Gasca, R. 2009. *Distribution of pteropods (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) in surface waters (0–100 m) of the western Caribbean Sea (winter, 2007)*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44, 647-662.

Gasca-Serrano, R. y Suárez-Morales, E. 1996. *Introducción al Estudio del Zooplancton Marino.* El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Mexico: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Gasca-Serrano, R., Suárez-Morales, E. y Castellanos, I. 1995. *Biomasas zooplanctónicas en aguas superficiales del Golfo de México, durante Verano e Invierno de 1991*. Caribbean Journal of Science, 31, 128-140.

Gaskin, D. E. 1992. *Status of the common dolphin, Delphinus delphis, in Canada*. Can Field Nat, 106, 55–63.

Giraud, X., Le Quere, C. y Da Cunha, L. C. 2008. *Importance of coastal nutrient supply for global ocean biogeochemistry.* Global Biogeochemical Cycles, 22.

Globetrotter II. 2020. *Nobel Globetrotter II*. [Fotografía].

Godfrey, M. H. y Mrosovsky, N. 1997. *Estimating the time between hatching of sea turtles and their emergence from the nest.* Chelonian Conservation and Biology, 2, 581-584.

Gold-Bouchot, G. 2004. *Hydrocarbons in the Southern Gulf of Mexico. Environmental Analysis of the Gulf of Mexico*. Corpus Christi, TX: Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas AYM University.

González Gándara, C., Lozano Vilano, M. D. L., de la Cruz Francisco, V., y Domínguez Barradas, C. 2013. *Peces del sistema arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México*. Universidad y ciencia, 29(2), 191-208.

González-Gándara, C., Domínguez Barradas, C., De La Cruz Francisco, V., Solís-Marín, F. A. Y Carricart-Ganivet., J. P. 2015. *Esponjas, corales escleractinios, equinodermos y peces de arrecifes coralinos del norte y sur de Veracruz*.

Gower, J. y King, S. 2008. *Satellite Images Show the Movement of Floating Sargassum in the Gulf of Mexico and Atlantic Ocean*. Nature Precedings.

Grassle, J. F. y Maciolek, N. J. 1992. *Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples*. American Naturalist, 139, 313-341.

Griffin, R. B. y Griffin, N. J. 2003. *Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins, and loggerhead sea turtles on the Eastern Gulf of Mexico continental shelf, Dauphin Island Sea Lab*. Gulf of Mexico Science, 21.

GulfBase. s.f. Database. En: <https://www.gulfbase.org/>, última consulta: abril de 2020.

Guzmán-Hernández, V., García Alvarado, P. A., Rejón, J. C., Gómez, C. y Gómez, J. 2006. *Informe Técnico Final del Programa de Conservación de Tortugas Marinas de Campeche, Mexico en 2005.* Mexico, Programa Nacional de Tortugas Marinas.

Halliburton. 2020. Drilling Fluids Solutions. En: <https://www.halliburton.com/en-US/ps/baroid/drilling/drilling-fluids-solutions/default.html>, última consulta: 16 de abril de 2020.

Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, A. Lacis, K. Asamoah, S. Borenstein, E. Brown, B. Cairns, G. Caliri, M. Campbell, B. Curran, S. De Castro, L. Druyan, M. Fox, C. Johnson, J. Lerner, M.P. Mccormick, R.L. Miller, P. Minnis, A. Morrison, L. Pandolfo, I. Ramberran, F. Zaucker, M. Robinson, P. Russell, K. Shah, P. Stone, I. Tegen, L. Thomason, J. Wilder Y H. Wilson 1996. A Pinatubo climate modeling investigation. *The Mount Pinatubo Eruption: Effects on the Atmosphere and Climate*. NATO ASI Series Vol. I. Springer-Verlag Publishers.

Harding, B. M. 1984. *Chaetognatha of the Caribbean Sea and adjacent areas: NOAA Technical Report.* National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Hayasaka-Ramírez, S. 2011. *Indicadores de presión antropogénica asociados al encallamiento de embarcaciones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México (MSc. Thesis)*. MS, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Veracruz, México.

Heckel, G. 1992. *Fotoidentificación de tursiones Tursiops truncatus (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México - Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM.

Helm R., Coasta D., Debruyn T., O'shea T., Wells R., Williams T. 2015. *Overview of effects of oil spills on marine mammals. Handbook of oil spill science and technology*. John Wiley and Sons, Hoboken.

Heppell, S. S., Crouse, D. T., Crowder, L. B., Epperly, S., Gabriel, W., Henwood, T., Marquez, R. y Thompson, N. 2005. *A population model to estimate recovery time, population size, and management impacts on Kemp's ridleys*. Chelonian Conservation and Biology, 4, 767–773.

Herman, D., y Roberts, D. 2006*. The influence of structural components of alkyl esters on their anaerobic biodegradation in marine sediment*. Biodegradation, 17(5), 457-463.

Hernández, C. M., Agraz, C., García Zaragoza, S., Iriarte-Vivar, F. J., Flores-Verdugo y Moreno Casasola, P. 2011. *Forest structure, productivity and species phenology of mangroves in the La Mancha lagoon in the Atlantic coast of Mexico*. Wetlands Ecology and Management, 19, 273-293.

Hernández-Arana, H., Warwick, R., Attrill, M., Rowden, A. y Gold-Bouchot, G. 2005. *Assessing the Impact of Oil-related Activities on Benthic Macroinfauna Assemblages of the Campeche Shelf, Southern Gulf of Mexico*. Marine Ecology Progress Series, 289, 89-107.

Hernández-Trujillo, S. y Esqueda-Escárcega, G. M. 2002. *La diversidad de copépodos marinos en México*. Oceánides, 17, 57-68.

Herrera-Silveira, J. A. 1994. *Spatial Heterogeneity and Seasonal Patterns in a Tropical Coastal Lagoon.* Journal of Coastal Research, 10, 738-746.

Hersh, S. L. y Duffield, D. A. 1990. *Distinction between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry*. The Bottlenose Dolphin. San Diego, CA: Academic Press.

Herzka, S., A., Jiminez-Rosenberg, S. P. A., L.D.P., E.-G., Cano-Compaire, J. y V. Ferreira-Bartrina. 2016. *Relación entre la abundancia de larvas de peces y condiciones oceanográficas en la zona de aguas profundas del sur del Golfo de México*. Reunión Anual 2016 Unión Geofísica Mexicana-Vol. 36 Observaciones sobre los procesos biogeoquímicos y productividad biológica del Golfo de México. Puerto Vallarta, Jalisco, México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE.

Hildebrand, H. H. 1963. *Hallazgo del area de anidacion de la tortuga lora Lepidochelys kempii (Garman), en la costa occidental del Golfo de Mexico (Rept., Chel.)*. Ciencia Mexicana, 22.

Hildebrand, J. A. 2004*. Impacts of Anthropogenic Sound. Marine Mammal Research: Conservation beyond Crisis*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.

Hoelzel, A. R., Potter, C. W. y Best, P. B. 1998. *Genetic differentiation between parapatric 'nearshore' and 'offshore' populations of the bottlenose dolphin*. Biological Sciences, 265, 1177-1183.

Hoffmayer, E. R., Driggers, W. B., Franks, J. S., Hanisko, D. S., Roffer, M. A. y L. E. Cavitt. 2011. *Recent occurrences of basking sharks, Cetorhinus maximus (Condrichthyes: Cetorhinidae), in the Gulf of Mexico*. Marine Biodiversity Records, Vol. 4.

Holmes, C. W. 1973. *Distribution of Selected Elements in Surficial Marine Sediments of the Northern Gulf of Mexico Continental Shelf and Slope. Geological Survey Professional Paper 814*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office and U.S. Geological Survey (USGS) Publications Warehouse. En: <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp814>, última consulta: noviembre de 2019.

Hopkins, T. L. 1982. *The vertical distribution of zooplankton in the eastern Gulf of Mexico*. Deep-Sea Research, 30, 1069-1083.

Hopkins, T. L. y T. M. Lancraft. 1984. *The composition and standing crop of mesopelagic micronekton at 27 N 86 W in the eastern Gulf of Mexico*. Contributions to Marine Science, 27, 143-158.

Houde E.D., J. C. Leak, C. E. Dowd, S. E. Berkeley Y W. J. Richards. 1979. *Ichthyoplankton abundance and diversity in the eastern Gulf of Mexico: Report to BLM, Contract No.11550-CT7-28.* U.S. Bureau of Land Management (BLM).

Hudec, M. R., Norton, I. O., Jackson, M. P. A. Y Peel, F. J. 2013. *Jurassic Evolution of the Gulf of Mexico Salt Basin*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 97, 1683–1710.

Hulley, P. A. 1994. Lanternfishes. *Encyclopedia of Fishes. Sydney, AUS: University of New South Wales Press*.

Hwang, P. A., Teague, W. J., Jacobs, G. A. Y Wang, D. W. 1998. *A statistical comparison of wind speed, wave height, and wave period derived from satellite altimeters and ocean buoys in the Gulf of Mexico region*. Journal of Geophysical Research - Oceans, 103, 10451-10468.

ICF Jones y Stokes. 2009. *Technical Noise Supplement, November*. (ICF JYS 00183.08) Prepared for California Department of Transportation, Sacramento, CA.

IFC. 2012. Assessment and Management of Environmental and Social Risks and Impacts. En: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/policies-standards/performance-standards/ps1>, última consulta: abril de 2020.

IFC. 2015. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Onshore Oil and Gas Development. En: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_policy_ehs-offshore>, última consulta: abril de 2020.

IMG/QV Gestión Ambiental 2016. Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional del proyecto "Gasoducto Sur de Texas-Tuxpan", Infraestructura Marina del Golfo (IMG) / QV Gestion Ambiental. En: <http://104.209.210.233/gobmx/repositorio/TRIMESTRE-2-2017/XXVII/A-09-DGA0151-02-17-DGGTA.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

INAH. 2018. Red de Zonas Arqueológicas del INAH, Instituto Nacional de Antropología e Historia. En: <http://www.inah.gob.mx/>, última consulta: junio de 2018.

INECOL. 2017. Instituto de Ecología. En: < http://publicaciones.inecol.mx/inecol/>, última consulta: noviembre de 2019.

INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. En: <http://www.inegi.gob.mx>, última consulta: noviembre de 2019.

INEGI. 2015. Encuesta Intercensal 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En: <www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>, última consulta: noviembre de 2019.

Instituto James Hutton. 2014. James Hutton Institute Publication List. En: <https://www.hutton.ac.uk/publications/publications-list>, última consulta: noviembre de 2019.

IOGP. 2016a. *Environmental fate and effects of ocean discharge of drill cuttings and associated drilling fluids from offshore oil and gas operations*. 1st ed. UK: International Association of Oil and Gas Producers, page 144.

IOGP. 2016b. *Environmental performance indicators – 2016 data*. 1st ed. U.K., p. 45 – 50.

IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. En: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, última consulta: abril de 2018.

ISCCP-NASA 2018. International Satellite Cloud Climatology Project. En: <https://isccp.giss.nasa.gov/products/onlineData.html>, última consulta: noviembre de 2019.

ITOPF. 2011. Effects of Oil Pollution in Marine Environment. Technical Information Paper. En: <http://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP_13_Effects_of_Oil_Pollution_on_the_Marine_Environment.pdf>, última consulta: marzo de 2019.

ITOPF. 2018. 2018 Tanker Oil Spill Statistics: Number of spills remains low. En: <https://www.itopf.org/news-events/news/article/2018-tanker-oil-spill-statistics-number-of-spills-remains-low/>, última consulta: abril de 2020.

IUCN. 2012. IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1 Second edition. En: <http://s3.amazonaws.com/iucnredlist-newcms/staging/public/attachments/3097/redlist_cats_crit_en.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

IUCN. 2018. Kemp's Ridley. En: <https://www.iucnredlist.org/species/11533/3292342>, última consulta: diciembre de 2019.

IUCN. 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. En: <https://www.iucnredlist.org//>, última consulta: abril de 2020.

Jackson, L. P. 2013. Caribbean sea level change: observational analysis from millennial to decadal timescales. (PhD PhD), University of Leeds, Leeds, UK. En: <http://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/5779>, última consulta: noviembre de 2018.

JAMSTEC. 2015. Ultra-deep water riser drilling system | TECHNOLOGY DEVELOPMENT | Center for Deep Earth Exploration (CDEX) JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY. [en linea] Disponible en: http://www.jamstec.go.jp/cdex/e/developtec/riser/ [Accesado 1 Nov 2018].Jarvela Rosenberger, A. L., Macduffee, M., Rosenberger, A. G. y Ross, P. S. 2017. *Oil spills and marine mammals in British Columbia, Canada: development and application of a risk-based conceptual framework*. Archives of environmental contamination and toxicology, 73, 131-153.

Jefferson T.A., D. Fertl, J. Bolaños-Jiménez Y A. N. Zerbini. 2009*. Distribution of common dolphins (Delphinus spp.) in the western Atlantic Ocean: a critical re-examination*. Marine Biology, 156, 1109–1124.

Jefferson, T. A. 1995. *Distribution, abundance, and some aspects of the biology of cetaceans in the Offshore Gulf of Mexico* - Ph.D dissertation. Texas AYM University.

Jefferson, T. A. y Schiro, A. J. 1997. *Distribution of cetaceans in the offshore Gulf of Mexico*. Mammal Review, 27, 27-50.

Jefferson, T. A., Leatherwood, J. S. y Shoda, L. K. M. 1992. *Marine Mammals of the Gulf of Mexico: a field guide for aerial and shipboard observers.* College Station, TX, Texas AYM University Printing Center.

Jefferson, T. A., Webber, M. A. y Pitman, R. L. 2008. *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification*, London, UK, Academic Press.

Jenkins, C. 2011. Dominant Bottom Types and Habitats in Gulf of Mexico Data Atlas. NOAA and Stennis Space Center (NASA): National Centers for Environmental Information (NCEI). En: <https://gulfatlas.noaa.gov/>, última consulta: noviembre de 2019.

Jewett, S. C., Dean, T. A., Smith, R. O. y Blanchard, A. 1999. Exxon Valdez Oil Spill: impacts and recovery in a soft-bottom benthic community in and adjacent to eelgrass beds. En: <https://www.int-res.com/articles/meps/185/m185p059.pdf/>, última consulta: abril de 2020.

Jochens, A. E. 2008. *Sperm whale seismic study in the Gulf of Mexico: Synthesis report.* New Orleans, LA, US Dept. of Interior (DOI) - Minerals Management Service (MMS), Gulf of Mexico OCS Region.

Jochens, A. E., L. C. Bender, S. F. Dimarco, J. W. Morse, M. C. Kennicutt Ii, M. K. Howard Y W. D. Nowlin, J. 2004. *Deepwater Program: Understanding the Processes that Maintain the Oxygen Levels in the Deep Gulf of Mexico: DRAFT Synthesis Report.* New Orleans, LA: U.S. Department of the Interior (DOI), Minerals Management Service (MMS), Gulf of Mexico OCS Region.

Keenan, S. F., Benfield, M. C., y Blackburn, J. K. 2007. *Importance of the artificial light field around offshore petroleum platforms for the associated fish community*. Marine Ecology Progress Series, 331, 219-231.

Khromov, N. S. 1965a. *Distribution of plankton in the Gulf of Mexico andsome features of the seasonal dynamics*. pp. 47-69. En: Soviet-Cuban Fishery Research (VNIRO-CIP), 1. Moscow.

Khromov, N. S. 1965b. *About the quantitative distribution of plankton in the northeastern Caribbean Sea and the Gulf of Mexico.* Proceedings of VNIRO. 57: 381-391.

Khromov, N. S.1967. *Studies on plankton in the Gulf of Mexico and theCaribbean Sea*. En: Soviet-Cuban Fishery Research (VNIRO-CIP), 2. Moscow, pp. 39-57.

King, D. T., B. L. Goatcher, J. W. Fischer, J. Stanton, J. M. Lacour, S. C. Lemmons Y G. Wang. 2013. *Home Ranges and Habitat Use of Brown Pelicans (Pelecanus occidentalis) in the Northern Gulf of Mexico.* Waterbirds, 36, 494-500.

Klinowska, M. 1991. Dolphins, Porpoises, and Whales of the World: The IUCN Red Data *Book*. Cambridge, UK, IUCN - The World Conservation Union.

Knapp, K. R., Kruk, M. C., Levinson, D. H., Diamond, H. J. y Neumann, C. J. 2010. The International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS): Unifying Tropical Cyclone Data, American Meteorological Society. En: <ttps://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2009BAMS2755.1>, última consulta: noviembre de 2019.

Kolodziejczyk, N., Ochoa, J., Candela, J. y Sheinbaum, J. 2011. *Deep Currents in the Bay of Campeche*. Journal of Physical Oceanography, 41, 1902-1920.

Lalli, C. M. y Parsons, T. R. 1995. *Biological Oceanography: An Introduction*. Oxford, UK, Butterworth-Heinemann Ltd.

Lalli, C. M. y Parsons, T. R. 2006. *Biological Oceanography: An introduction 2nd Edition*. Burlington, MA, Elsevier Butterworth Heinemann.

Lampert, W. 1989. *The adaptive significance of diel vertical migration of zooplankton*. Functional Ecology, 3, 21-27.

Leatherwood, J. S., Reeves, R. R., Perrin, W. F. y Evans, W. E. A. 1983. *Ballenas, delfines y marsopas del pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes, una guía para su identificación*. Comisión Interamericana del Atún Tropical - Special Report No. 6. La Jolla, CA.

Lechuga-Medina, A. 1996. *Distribución y Asociación de las agrupaciones de tursiones (Tursiops truncatus, Montagu, 1821) de los alrededores de Isla Holbox y aguas adyacentes, 1993 1994, Quintana Roo, México* - Licenciatura. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Lee, D. S. y Moser, M. L. 1998. *Importance des sargasses pelagiques pour la recherché alimentaire des oiseaux marins*. El Pitirre, 11, 111-112.

Lefebvre, K. A., Dovel, S. L. y Silver, M. W. 2001. *Tissue distribution and neurotoxic effects of domoic acid in a prominent vector species, the northern anchovy Engraulis mordax*. Marine Biology, 138, 693-700.

Leighton, F.A. 1995. *The toxicity of petroleum oils to birds: an overview*. Tri-State Bird Rescue and Research, Inc., Newark, Delaware.

Lemus-Santana, E. 2011. *Estructura de la comunidad de moluscos holoplanctónicos en el Sur del Golfo de México. Tesis de Maestría (Biología Marina)* - Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Levin, L. A. 2005. *Ecology of Cold Seep Sediments: Interactions of fauna with flow, chemistry and microbes. Oceanography and Marine Biology: An annual Review*. 43, 1-46.

Levinton, J. S. 2001. *Marine Biology: Function, Biodiversity.* Ecology 2nd Edition, Oxford, UK, Oxford University Press, Inc.

Libes, S. M. 2009. *Introduction to Marine Biogeochemistry*. 2nd edition, Cambridge, MA, Academic Press - Elsevier Publishing.

Licea-Durán, S. y Luna Soria, R. 2002. *Variación espacio-temporal del fitoplancton en la región suroccidental del golfo de México (1987-1988).* Tesis de Maestría - Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Light Pollution Map. 2018. Light Pollution Map. En: <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4Ylat=5532725Ylon=-2074136Ylayers=B0TFFFFFFF>, última consulta: noviembre de 2019.

Lincoln, F. C., S.R. Peterson y J.L. Zimmerman. 1998. Migration of Birds - Circular 16. Jamestown, ND, Northern Prairie Wildlife Research Center Online, U.S. Department of the Interior (DOI) - U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). En: <www.npwrc.usgs.gov/resource/birds/migratio/migratio.htm>, última consulta: noviembre de 2019.

Littler, D. S. y Littler, M. M. 2000. *Caribbean Reef Plants: An Identification Guide to the Reef Plants of Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico.* Washington DC, Offshore Graphics.

Long, E. R. y Morgan, L. G. 1990. *The Potential for Biological Effects of Sediment–sorbed Contaminants Tested in National Status and Trends Program*. Technical Memorandum NOS OMA 52. Seattle, WA: National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA).

López-Hernández, I. 1997. *Ecología poblacional de las toninas Tursiops truncatus en la costa de Tabasco, México* - Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

López-Jiménez, L. N., González-Solís, A. y Torruco, D. 2014. *Peces bentónicos y demersales de la Sonda de Campeche: sur del Golfo de México*. CONABIO: Biodiversitas, 113:12-16.

Lozano, A. M. A. 2009. *Taxocenosis de Octocorales del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Mexico.* Maestria, Universidad Veracruzana.

Lutcavage M., Plotkin P., Witherington B. y Lutz P. 1997. Human Impacts on Sea Turtle Survival: The Biology of the Sea Turtlles. Boca Ratón: CRC Press. En: <http://www.seaturtle.org/PDF/LutcavageME_1997_InTheBiologyofSeaTurtles_p387-409.pdf>, última consulta: marzo de 2019.

Macdonald, I. R., Sager, W. W. y Peccini, M. B. 2003. *Gas hydrate and chemosynthetic biota in mounded bathymetry at mid-slope hydrocarbon seeps: Northern Gulf of Mexico*. Marine Geology, 198, 133-158.

Macdonald, I. R., Bohrmann, G., Escobar, E., Abegg, F., Blanchon, P., Blinova, V., Brückmann, W., Drews, M., Eisenhauer, A., Han, X., Heeschen, K., Meier, F., Mortera, C., Naehr, T., Orcutt, B., Bernard, B., Brooks, J. y De Faragó, M. 2004. *Asphalt Volcanism and Chemosynthetic Life in the Campeche Knolls, Gulf of Mexico*. Science, 304, 999-1002.

MacDonnell, J., Mcpherson, C., Martin, B. Y Whitt, C. 2016. *Examining the value of the Acoustic Variability Index in the characterisation of Australian marine soundscapes*. Proceedings of Acoustics, 9-11.

Marine Traffic. 2018. Marine Traffic. En: <https://www.marinetraffic.com/es/ais/home/centerx:-79.9/centery:16.7/zoom:5>, última consulta: noviembre de 2018.

Márquez, R. 1994. *Synopsis of Biological Data on the Kemp's Ridley Turtle, Lepidochelys kempi (Garman, 1880).* NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-343, Miami, FL, National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA) - National Marine Fisheries Service (NMFS).

Márquez, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo: Primera Edición, Carretera Picacho-Ajusco, México*, Fondo de Cultura Económica.

Márquez, R. 2004. *Tortugas Marinas del Golfo de México: Abundancia, Distribución y Protección. Diagnóstico ambiental del Golfo de México* - Volumen 1, First Edition. Mexico: Secretaria De Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Instituto Nacional de Ecologia (INE) - Instituto de Ecologia (AC) - Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies.

Martinec, C. C., Miller, J. M., Barron, N. K., Tao, R., Yu, K., *Stewart, P. M., Nichols, A. C., Steffy, D. A. y Landers, S. C. 2014. Sediment Chemistry and Meiofauna from the Northern Gulf of Mexico Continental Shelf*. International Journal of Oceanography, Vol. 2014, 10pp.

Marx, R. 1987. *Shipwrecks In The Americas.* Dover Publications, New York

Matkin Co, Saulitis El, Ellis Gm, Olesiuk P, Rice Sd. 2008. *Ongoing population-level impacts on killer whales Orcinus orca following the 'Exxon Valdez' oil spill in Prince William Sound, Alaska*. Mar Ecol Prog Ser 356:269–281

McCauley R., Fewtrell J., Duncan A. 2000. *Marine Seismic Surveys: Analysis and Propagation of Air-Gun Exposure on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid. Prepared for Australian Petroleum Production Exploration Association*. Project CMST 163. Report R99-15. Centre of Marine Science and Technology. Curtin University of

McDaniel, C. J. 1998. *A spatial analysis of sea turtle abundance and shrimping intensity in the Gulf of Mexico: recommendations for conservation and management* - Doctoral Dissertation. Ph.D., Duke University.

Mckenna, M. F., Ross, D., Wiggins, S. M. Y Hildebrand, J. A. 2012. *Underwater radiated noise from modern commercial ships*. Journal of the Acoustical Society of America, 131, 92-103.

Mclelland, J. A. 1980. *Notes on the northern Gulf of Mexico occurrence of Sagitta friderici Ritter-Zahony (Chaetognatha)*. Gulf Research Reports, 6, 343-348.

Mclelland, J. A. 1989*. An illustrated key to the Chaetognatha of the northern Gulf of Mexico with notes on their distribution*. Gulf Research Reports, 8, 145-172.

Mead, J. G. y Potter, C. W. 1995. *Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (Tursiops truncatus) off the Atlantic coast of North America: morphologic and ecologic considerations*. IBI Reports, 5, 31-39.

Medellín, R. A. 2009. *Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas*. Capital natural de México. México: CONABIO.

MEDESS-4ms Project. 2020. Weathering Process. En: <http://www.medess4ms.eu/marine-pollution/attachment/weathering-processes>, última consulta: abril de 2020

Melo González, n., Müller-Karger, F., Cerdeira, S., Pérez de los Reyes, R., Victoria del Río, I., Cárdenas, P. y Mitrani I. 2000. *Near-surface phytoplankton distribution in the western Intra-Americas Sea: The influence of El Niño and weather events*. Journal of Geophysical Research, Oceans. Vol. 105, No. C6, 14,029-14,043.

Méndez, D., Cuevas, E., Navarro, J., González-Garza, B. I. y Guzmán-Hernández, V. 2013. *Rastreo satelital de las hembras de tortuga blanca Chelonia mydas y evaluación de sus ámbitos hogareños en la costa norte de la península de Yucatán, México*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 48, 497-509.

Merino, M. 1997. *Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence*. Journal of Marine Systems, 13, 101-121.

Mikkola, H. 2016. *Fisheries and Aquaculture in the Modern World*. London, UK, IntechOpen Publishers.

Mille-Pagaza, S. y Carrillo-Laguna, J. 2001. T*he Chaetognatha of the southwestern Gulf of Mexico during April-May, 1986*. Gulf and Caribbean Research, 13, 59-65.

Miller, J. 1997. *Reproduction in sea turtles.* The Biology of Sea Turtles Vol. 1. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

Millero, F. J. 1996. *Chemical Oceanography.* 2nd Edition, Boca Raton, FL, CRC Press.

Milton S, Lutz P, Shigenaka G. 2003. *Oil toxicity and impacts on sea turtles. Oil and sea turtles: biology, planning, and response*. NOAA, National Ocean Service, Office of Response and Restoration, Seattle, WA, p 35−47

Miranda, J., Mouillot, D., Flores-Hernández, D., Sosa-Lopez, A., Do Chi, T. y Ayala, L. 2005. *Changes in four complementary facets of fish diversity in a tropical coastal lagoon after 18 years: A functional interpretation*.

Moreno-Cáliz, E., Guerrero-Peña, A., Gutiérrez-Castorena, M. C., Ortiz-Solorio, C. A. y Palma-López, D. J. 2002. *Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono*. Madera y Bosques, 115-128.

Moyle P.B. y Cech J.J. Jr. 1996. *Fishes: an introduction to ichthyology, Upper Saddle River.* NJ, Prentice Hall.

Müller-Karger, F. E., Walsh, J. J., Evans, R. H. y Meyers, M. B. 1991. *On the seasonal phytoplankton concentration and sea surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellites*. Journal of Geophysical Research - Oceans, 96, 12645-12665.

Müller-Karger, F. E., Smith, J. P., Werner, S., Chen, R., Roffer, M., Liu, Y., Muhling, B., Lindo-Atichati, D., Lamkin, J., Cerdeira-Estrada, S. y Enfield, D. 2015. *Natural Variability of Surface Oceanographic Conditions in the Offshore Gulf of Mexico*. Progress in Oceanography, 134, 54-76.

Mullin, K. D., Jefferson, T. A., Hanson, L. J. y Hoggard, W. 1994. *First sightings of melon-headed whales (Peponocephala electra) in the Gulf of Mexico*. Marine Mammal Science, 10, 342-348.

Mullin, K. D. y Hansen, L. J. 1999. *Marine Mammals of the Northern Gulf of Mexico. The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, Sustainability, and Management.* Malden, MA: Blackwell Science.

Mullin, K. D. y Fulling, G. L. 2004. *Abundance of cetaceans in the oceanic northern Gulf of Mexico, 1996-2001.* Marine Mammal Science, 20, 787-807. Este es Fulling también

Mullin, K. D. y W. Hoggard. 2000. *Visual surveys of cetaceans and sea turtles from aircraft and ships. Cetaceans, sea turtles and seabirds in the northern Gulf of Mexico: distribution, abundance and habitat associations*. Volume II: Technical Report (OCS Study MMS 2000-003; USGS/BRD/CR-1999-0006) New Orleans, LA: Texas.

Munilla, I., Arcos, J. M., Oro, D., Álvarez, D., Leyenda, P. M. Y Velando, A. 2011. *Mass mortality of seabirds in the aftermath of the Prestige oil spill.* Ecosphere, 2, 1-14.

Muriel, M. 1999a. *Environmental Quality Assessment in the Marine and Coastal Zone of Southwest Marine Region of P.E.P; Atmospheric System*. Phase I. P.00592., Mexico, Instituto Mexicano del Petroleo.

Muriel, M. 1999b. *Environmental Quality Assessment in the Marine and Coastal Zone of Southwest Marine Region of P.E.P; Atmospheric System. Phase II.* P.00602., Mexico, Instituto Mexicano del Petroleo.

Muriel-Garcia, M., Cerón-Bretón, R. M. Y Cerón-Bretón, J. G. 2016. *Air Pollution in the Gulf of Mexico*. Earth Y Environmental Sciences, 6, 32-46. Agregar garcía

Nafpaktitis, B. G., R.H. Backus, J.E. Craddock, R.L. Haedrich, B.H. Robinson y C. Karnella. 1977. *Family Myctophidae.* Fishes of the Western North Atlantic. Memoir I. Volume 7. New Haven, CT: Sears Foundation for Marine Research, Yale University.

National Research Council. 2003. *Ocean Noise and Marine Mammals.* Committee on Potential Impacts of Ambient Noise in the Ocean on Marine Mammals. United States: National Academies Press.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. Y Sánchez-González, L. A. 2014. *Biodiversidad de aves en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 476-495.

Ndubisi, F., Demeo, T. y Ditto, D. N. 1995. *Environmentally sensitive areas: a template for developing greenway corridors.* Landscape and Urban Planning, 33, 159-177.

NEB, C-NLOPB y CNSOPB 2010. Offshore Waste Treatment Guidelines. CNSOPB. En: <https://www.cnsopb.ns.ca/sites/default/files/resource/offshore_waste_treatment_guidelines.pdf>, última consulta: 16 de abril de 2020.

Neff, J. M., Mckelvie, N. y Ayers. 2000. *Environmental Impacts of Synthetic Based Drilling Fluids*. OCS Study, MMS 2000-064. New Orleans. LA: U.S. Department of the Interior (DOI), Minerals Management Service (MMS), Gulf of Mexico OCS Region.

Neff, J. M. 2005. *Composition, Environmental Fates, and Biological Effects of Water Based Drilling Muds and Cuttings Discharged to the Marine Environment: A Synthesis and Annotated Bibliography* (83pp). Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute.

Nelson, G. J. 1994. *Fishes of the World.* 3rd Edition, New York, NY, John Wiley Y Sons, Inc.

Nelson, G. J. 2006. *Fishes of the World.* 4th Edition, Hoboken, NJ, John Wiley Y Sons, Inc.

NHC. 2007. *Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale.* National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>, última consulta: noviembre de 2019.

NMFS. 2018. Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing | NOAA Fisheries. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/technical-guidance-assessing-effects-anthropogenic-sound-marine-mammal>, última consulta: noviembre de 2018.

NOAA. 2002. Chemosynthetic Communities in the Gulf of Mexico. Penn State University. En: <https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02mexico/background/communities/communities.html>, última consulta: abril de 2020.

NOAA. 2012a. *Marine Mammal Stock Assessment Reports by Species/Stock*. *Bottlenose Dolphin*. En: https://www.fisheries.noaa.gov/national/marine-mammal-protection/marine-mammal-stock-assessment-reports-species-stock#cetaceans---dolphins>, última consulta:

NOAA. 2017a. Monthly Climatic Data for the World. En: <https://www.ncdc.noaa.gov/IPS/mcdw/mcdw.html>, última consulta: julio de 2017.

NOAA. 2017b. Seamounts and Their Role in the Life Cycle of Species. En: <https://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1702/background/seamounts-life/welcome.html>, última consulta: mayo de 2020.

NOAA. 2018a. Criterios de Sonido Submarino Aplicable para Cetáceos. En: <https://www.noaa.gov/>, última consulta: marzo de 2019.

NOAA. 2018b. Dolphins and porpoises. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). En: <https://www.fisheries.noaa.gov/dolphins-porpoises>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018c. Green Turtle, Protected Resources. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/green-turtle>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018d. Hawksbill Turtle, Protected Resources. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/hawksbill-turtle>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018e. Kemp's Ridley Turtle, Protected Resources. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/kemps-ridley-turtle>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018f. Leatherback Turtle, Protected Resources. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/leatherback-turtle>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018g. Loggerhead Turtle, Protected Resources. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Fisheries Office. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/loggerhead-turtle>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018h. Whales. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). En: <https://www.fisheries.noaa.gov/whales>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA. 2018i. Wrecks and Obstructions Database. En: <https://nauticalcharts.noaa.gov/data/wrecks-and-obstructions.html>, última consulta: 16 de abril de 2020.

NOAA. 2019. US Atlantic and Gulf of Mexico Marine Mammal Stock Assessments. En: <https://www.fisheries.noaa.gov/national/marine-mammal-protection/marine-mammal-stock-assessment-reports-region>, ultima consulta: 24 de abril de 2020.

NOAA-NCEI. 2017. Gulf of Mexico Data Atlas. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) - National Centers for Environmental Information (NCEI). En: <https://www.ncddc.noaa.gov/website/DataAtlas/atlas.htm>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA-NDBC. 2018. NOAA Data Buoy Center - Station 42055 - Bay of Campeche. En: <https://www.ndbc.noaa.gov/station_page.php?station=42055>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA-NHC. 2018. NOAA National Hurricane Center. En: <https://www.nhc.noaa.gov/>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA-NODC. 2018a. Data Access. En: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/woa18/woa18data.html>, última consulta: noviembre de 2019.

NOAA-NODC. 2018b. Gulf of Mexico Regional Climatology. NOAA - National Oceanographic Data Center. En: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/regional_climate/GOMclimatology/>, última consulta: noviembre de 2019.

Noblecorp. 2020. Our Fleet. En: < https://www.noblecorp.com/fleet/noble-globetrotter-ii>, última consulta: 15 de enero de 2021.

NRC. 2003. *Oil in the sea III: Inputs, fates, and effects.* National Research Council Ocean Studies Board and Marine Board, Washington, DC.

OCDE. 2014. Patrones de Migración. En: <https://www.oecd.org/migration/>, última consulta: noviembre de 2019.

Offshore Energy Today. 2013. Total extends Energy Scout platform supply vessel charter. January 9, 2017. En: <http://www.offshoreenergytoday.com/total-extends-energy-scout-platform-supply-vessel-charter/>, última consulta: 30 de mayo de 2018.

OGP. 2004. OGP safety performance indicators – 2003 data. En: <https://www.iogp.org/bookstore/product/ogp-safety-performance-indicators-2003-data/>, última consulta: marzo de 2019.

Ogren, L., Berry, F., Bjorndal, K., Kumpf, H., Mast, R., Medina, G., Reichart, H. Y Witham, R. 1989. *Proceedings of the 2nd Western Atlantic Turtle Symposium: NOAA Tech.* Memo. NMFS/ SEFC-22, Miami, FL.

Oil and Gas UK. 2008. EEMS - Atmospheric Emissions Calculations Department of Energy and Climate Change. En: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/136461/atmos-calcs.pdf/>, última consulta: noviembre de 2018.

Oil and Gas UK. 2016. Environment Report 2016. En: <https://oilandgasuk.co.uk/wp-content/uploads/2016/11/Environment-Report-2016-Oil-Gas-UK.pdf/>, última consulta: noviembre de 2018.

Okolodkov, Y. 2003. *A review of Russian plankton research in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea in the 1960-1980s*. Hidrobiológica, 13, 207-221.

OMI. 1972. Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972 (Reglamento de abordajes). En: <http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/colreg.aspx>, última consulta: abril de 2020.

OMI. 1973. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL). En: <http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx>, última consulta: abril de 2020.

OMI. 1974. Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (Convenio SOLAS). En: <http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx>, última consulta: abril de 2020.

OMI. 1978. Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar (STCW). En: <http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-on-

standards-of-training,-certification-and-watchkeeping-for-seafarers-(stcw).aspx>, última consulta: abril de 2020.

OMI. 2004. Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM). En: <http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-control-and-management-of-ships'-ballast-water-and-sediments-(bwm).aspx>, última consulta: abril de 2020.

Onuf, C. P., Phillips, R. C., Moncreiff, C. A., Raz-Guzman, A. Y Herrera-Silveira, J. A. 2003. *The Seagrasses of the Gulf of Mexico.* World Atlas of Seagrasses. University of California, Berkeley, CA: UNEP World Conservation Monitoring Center.

Orozco Colunga, M. A. 1989. *Análisis del fitoplancton y su relación con los parámetros fisicoquímicos de la región nor-oriental del banco de Campeche: Tesis de Licenciatura - Facultad de Ciencias*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ortega-Argueta, A. 1999. *Situación actual y las perspectivas de conservación del manatí en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México*. Informe Técnico preliminar presentado a la Dirección General de Vida Silvestre, INESEMARNAT.

Ortega-Ortiz, J. G. 2002. *Multiscale analysis of cetacean distribution in the Gulf of Mexico*. PhD Dissertation. PhD, Texas AYM University.

Ortega-Ortiz, J. G., Delgado-Estrella, A. y Ortega-Argueta, A. 2004. *Mamíferos marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación*. Diagnostico ambiental del Golfo de México. México: Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT).

Ortiz-Lozano, L., Pérez-España, H., Granados-Barba, A., González-Gándara, C., Gutiérrez-Velázquez, A. Y Martos, J. 2013. *The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation.* Ocean and Coastal Management, 86, 22-32.

O'Sullivan, S. Y Mullin, K. D. 1997. *Killer whales (Orcinus orca) in the northern Gulf of México*. Marine Mammal Science, 13, 141-147.

Pampell-Manis, A., Horrillo, J., Shigihara, Y. y Parambath, L. 2016. *Probabilistic assessment of landslide tsunami hazard for the northern Gulf of Mexico.* Journal of Geophysical Research - Oceans, 121, 1009-1027.

Pangchang, V., Jeong, C. K. Y Demirbilek, Z. 2013. *Analyses of Extreme Wave Heights in the Gulf of Mexico for Offshore Engineering Applications.* Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 135, 1-15.

Passalacqua, G. A., Sheinbaum, J. Y Martinez, J. A. 2016. *Sea surface temperature influence on a winter cold front position and propagation: air–sea interactions of the 'Nortes' winds in the Gulf of Mexico*. 17, 302-307.

Peel, M. C., Finlayson, B. L. & Mcmahon, T. A. 2007. *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.* Hydrological Earth System Sciences, 11, 1633-1644.

PEMEX. 2010. *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional. Proyecto Integral Crudo Ligero Marino Fase-3.* Región Marina Suroeste Activo Integral Litoral De Tabasco. Mexico: PEMEX.

Perrin, W. F., Leatherwood, S. y Collet, A. 1994. Fraser's dolphin Lagenodelphis hosei (Fraser 1956). *Handbook of Marine Mammals Vol. 5.* Academic Press.

Pilson, M. E. Q. 1998. *An Introduction to the Chemistry of the Sea.* Upper Saddle River, N.J., Prentice-Hall, Inc.

Piñeiro, R., Giménez, E., Moreno, V., Burgos, R. y Betanzos, A. 2001. *Características térmicas del Banco de Campeche*: Ciencia Pesquera No. 15., Mexico, INP-SAGARPA.

Pitchford, J. W. Y Brindley, J. 1999. *Iron limitation, grazing pressure and oceanic high nutrient-low chlorophyll (HNLC) regions.* Journal of Plankton Research, 21, 525–547.

Pollet, I. L., Ronconi, R. A., Jonsen, I. D., Leonard, M. L., Taylor, P. D. Y Shutler, D. 2014. *Foraging movements of Leach's storm-petrels Oceanodroma leucorhoa during incubation*. Journal of Avian Biology, 45, 305-314.

Popper, A. N., Fewtrell, J., Smith, M. E. y Mccauley, R. D. 2003. *Anthropogenic sound: effects on the behavior and physiology of fishes.* Marine Technology Society Journal, 37, 35-40.

Popper A. N., y Hastings M. C., 2009. *The Effects of the Anthropogenic Sources of Sound on Fishes*. Journal of Fish Biology 75, pages: 455 – 489. En: <https://www.nrc.gov/docs/ML1434/ML14345A572.pdf>, última consulta: marzo de 2019.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., ... And Løkkeborg, S. 2014. *Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ANSI-Accredited standards committee S3/SC1 and registered with ANSI.* Springer.

PortalMorski. 2018. Seacor Marine modernizuje swoje statki OSV. En: <https://www.portalmorski.pl/stocznie-statki/38772-seacor-marine-modernizuje-swoje-statki-osv>, última consulta: 2 de enero de 2019.

Prakash, S., Kolluru, V., Y Young, C. 2014. *Evaluation of the Zone of Influence and Entrainment Impacts for an Intake Using a 3-Dimensional Hydrodynamic and Transport Model.* Journal of Marine Science and Engineering, 2(2), 306-325.

Rajkhowa, R. 2014. *Light Pollution and Impact of Light Pollution*. International Journal of Science and Research, 3, 861-867.

Ramos-Miranda, J., D. Flores-Hernández, Ayala-Pérez, L. A., Álvarez-Guillen, H. M. y Veja-Cendejas, M. E. 2010. *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado.* Campeche, México: Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur Y CONABIO. Ramos y Miranda

Ramsar. 2004a. Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz. En: <https://rsis.ramsar.org/ris/1450>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

Ramsar. 2004b. Sistema Lagunar Alvarado. En: <https://rsis.ramsar.org/ris/1355>, última consulta: noviembre de 2019.

Ramsar. 2006a. Laguna de Términos. En: < https://rsis.ramsar.org/ris/1356>, última consulta: mayo de 2020.

Ramsar. 2006b. Manglares y humedales de Tuxpan. En: <https://rsis.ramsar.org/ris/1602>, última consulta: 18 de noviembre de 2018.

Randall, W. D. 1998. *Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north central and western Gulf of Mexico.* Marine Mammals Science, 14, 490-507.

Rappole, J. H. y Ramos, M. A. 1994. *Factors affecting migratory bird routes over the Gulf of Mexico.* Bird Conservation International, 4, 251-262.

Rappole, J. H. 1995. *The Ecology of Migrant Birds: a neotropical perspective*. Washington, DC, Smithsonian Institution Scholarly Press.

Reeves, W. K. y J.W. Reynolds. 2006. *A note on some earthworms (Annelida: Oligochaeta) from the Commonwealth of Dominica.* Megadrilogica, 10, 91-93.

Rex, M., Etter, R., Morris, J., Crouse, J., McClain, C., Johnson, Stuart, C., Deming, J., Thies, R. y Avery R. 2006. *Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 317: 1–8.Richards, W. J. 2006. *Early Stages of Atlantic Fishes: An identification guide for the Western Central North Atlantic Vol I – II.* Boca Raton, FL, CRC Press / Taylor and Francis Group.

Richardson, W. J., Greene, C. R. J., Malme, C. I. Y Thomson, D. H. 1995. *Marine Mammals and Noise.* San Diego, CA, Academic Press.

Rivas, D., Badan, A. Y Ochoa, J. 2005. *The Ventilation of the Deep Gulf of Mexico*. Journal of Physical Oceanography, 35, 1763-1781.

Roberts, J. M. 2002. *The occurrence of the coral Lophelia pertusa and other conspicuous epifauna around an oil platform in the North Sea*. The International Journal of the Society for Underwater Technology, 25, 83-92.

Roberts, J. M., Wheeler, A. J. Y Freiwald, A. 2006. *Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems*. Science, 312, 543-547.

Robertson, D. R., Perez-España, H., Lara, E. N., Itza, F. P. Y Simoes, N. 2016. *The fishes of Cayo Arcas (Campeche Bank, Gulf of Mexico): an updated checklist*. ZooKeys, 640, 139–155.

Rodriguez, A. B. 2011. *Regional Structure, Stratigraphy, and Hydrocarbon Potential of the Mexican Sector of the Gulf of Mexico: Thesis - Dept. of Geological Sciences*. University of Texas at Austin.

Rodríguez-Varela, A. D. C., Cruz-Gómez, A. Y Padilla-García, M. A. 2001. *Composición, distribución y abundancia de larvas de la familia Myctophidae en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y mar Caribe.* Ciencia Pesquera, 15, 97-104.

Roe, H. S. J. y J. Badcock. 1984. *The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the north east Atlantic. 5.* Vertical migrations and feeding of fish. Progress in Oceanography, 13, 389-424.

Romanou, A., Chassignet, E. P. Y Sturges, W. 2004. *Gulf of Mexico circulation within a high-resolution numerical simulation of the North Atlantic Ocean.* Journal of Geophysical Research - Oceans, 109, 1-25.

Romero, I. C., Schwing, P. T., Brooks, G. R., Larson, R. A., Hastings, D. W., Ellis, G., Goddard, E. A. Y Hollander, D. J. 2015. *Hydrocarbons in Deep-Sea Sediments following the 2010 Deepwater Horizon Blowout in the Northeast Gulf of Mexico*. PLoS One, 10.

Rosalez-Hoz, L., Carranza-Edwards, A., Martínez-Serrano, R., Alatorre, M. Y Armstrong-Altrin, J. 2015. *Textural and geochemical characteristics of marine sediments in the SW Gulf of Mexico: implications for source and seasonal change*. Environmental Monitoring and Assessment, 187:205.

Rose, K. 2014. Green Sea Turtles in Gulf of Mexico Data Atlas Stennis Space Center (MS), National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) - National Centers for Environmental Information (NCEI). En: <https://gulfatlas.noaa.gov/>, última consulta: enero de 2020.

Rosenheim, B. E., Pendergraft, M. A., Flowers, G. C., Carney, R., Sericano, J. L., Amer, R. M., Chanton, J., Dincer, Z. Y Wade, T. L. 2016. *Employing extant stable carbon isotope data in Gulf of Mexico sedimentary organic matter for oil spill studies. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 129, 249-258.

Roubal, G. y Atlas, R. M. 1978. *Distribution of hydrocarbon-utilizing microorganisms and hydrocarbon biodegradation potentials in Alaskan continental shelf areas*. Applied Environmental Microbiology, 35, 897-905.

Rowe, G. T. 1983. *Biomass and production of the deep-sea macrobenthos*. Deepsea Biology, The Sea, vol 8. New York, NY, USA: John Wiley Y Sons, Inc.

Rowe, G. T. y Kennicutt Li. 2009. *Northern Gulf of Mexico continental slope habitats and benthic ecology study: Final report - OCS Study MMS 2009-039.* New Orleans, LA: U.S. Dept. of the Interior - Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region.

RPS. 2017. Cooling Water Dispersion Modelling. En: <http://static.conocophillips.com/files/resources/appendix-i.pdf>, última consulta: enero de 2019.

RPS. 2020. *Drilling Discharges Modelling Study for Shell* - AECOM GoM – Salinas 04.

Rubin-Blum, M., Antony, C. P., Borowski, C., Sayavedra, L., Pape, T., Sahling, H., Bohrmann, G., Kleiner, M., Redmond, M. C., Valentine, D. L. Y Dubilier, N. 2017. *Short-chain alkanes fuel mussel and sponge Cycloclasticus symbionts from deep-sea gas and oil seeps.* Nature Microbiology, 2, 17093.

Russell, R. W. 2005. *Interactions between migrating birds and offshore oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico: OCS Study MMS 2005-009 Final report.* New Orleans, LA, U.S. Department of Interior (DOI) - Minerals Management Service (MMS), Gulf of Mexico OCS Region.

SAGARPA. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. En: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/153374/Carta-Nacional-Pesquera-2012.pdf>, última consulta: 16 de abril de 2020.

SAGARPA. 2014a. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/PESC-2013, Pesca responsable de túnidos. Especificaciones para las operaciones de pesca con red de cerco. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5329799&fecha=16/01/2014>, última consulta 15 de abril de 2020.

SAGARPA. 2014b. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SAG/PESC-2014, Que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. Publicada el 16 de abril de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5341045&fecha=16/04/2014>, última consulta: abril de 2020.

SAGARPA. 2014c. Plan de Manejo Pesquero de camarón rosado (Farfantepenaeus duorarum), de la Sonda de Campeche. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5338728>, última consulta: 19 de noviembre de 2019.

SAGARPA. 2015. Acuerdo por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de atún aleta amarilla (Thunnus albacares) en el Golfo de México. En: <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/Planes-de-Manejo-Pesquero/Golfo/PLAN-DE-MANEJO-PESQUERO-ATUN-ALETA-AMARILLA.pdf>, última consulta 15 de abril de 2020.

Sahling, H. Y Bohrmann, G. 2015. Short Cruise Report: R/V METEOR – M114 Kingston – Veracruz – Kingston February 12 – March 28, 2015. En: <https://www.ldf.unihamburgde/meteor/wochenberichte/wochenberichte-meteor/m113-m116/m114-scr.pdf>, última consulta: noviembre de 2019.

Sahling, H., Borowski, C., Escobar-Briones, E., Gaytán-Caballero, A., Hsu, C. W., Loher, M., Macdonald, I., Marcon, Y., Pape, T., Römer, M., Rubin-Blum, M., Schubotz, F., Smrzka, D., Wegener, G. Y Bohrmann, G. 2016a. *Massive asphalt deposits, oil seepage, and gas venting support abundant chemosynthetic communities at the Campeche Knolls, southern Gulf of Mexico.* Biogeosciences, 13, 4491-4512.

Sahling, H., Rubin-Blum, M., Borowski, C., Escobar-Briones, E., Gaytán Caballero, A., Hsu, C.-W., Loher, M., Macdonald, I., Marcon, Y., Pape, T., Römer, M., Schubotz, F., Smrzka, D., Wegener, G. Y Bohrmann, G. 2016b. *Seafloor observations at Campeche Knolls, southern Gulf of Mexico: coexistence of asphalt deposits, oil seepage, and gas venting.* Biogeosciences Discussions, 1-40.

Salmerón-García, O., Zavala-Hidalgo, J., Mateos-Jasso, A. Y Romero-Centeno, R. 2011. *Regionalization of the Gulf of Mexico from space-time chlorophyll-a concentration variability.* Ocean Dynamics, 61, 439-448.

Sánchez-Pérez, J., Vasconcelos-Pérez, J., Díaz-Flores, J. 1989. *Campamentos para Investigación, Protección y Fomento de Tortugas Marinas*. En Tortugas: Golfina, Laud, Prieta, Blanca, Cahuama y Carey, Compilación 1999. Instituto Nacional de Ecología, DF, México, pp. 17–28.

Sanvicente-Añorve, L., C. Flores–Coto Y X. Chiapa-Carrara 2000. *Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico.* Estuarine Coastal and Shelf Science, 51, 463 – 475.

Sanvicente-Añorve, L., Soto, L. A., Espinosa-Fuentes, M. L. Y Flores-Coto, C. 2006. *Relationship patterns between ichthyoplankton and zooplankton: a conceptual model.* Hydrobiologia, 559, 11-22.

SARH. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 6 de enero del 2020. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan.htm>, última consulta: abril de 2020.

SARH. 1994. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 12 de enero de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 25 de agosto de 2014. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf>, última consulta: abril de 2020.

Sarukhán, J. 2010. Conocimiento actual de la Biodiversidad, Vol 1. Capital Natural de México. México: CONABIO.

Schaanning, M., y Bakke, T. 2006. Remediation of sediments contaminated with drill cuttings-A review of field monitoring and experimental data for validation of the ERMS sediment module. En: <https://pdfs.semanticscholar.org/74df/609085b60d8b37a1e69803fd251a54969ede.pdf?_ga=2.268084942.138785097.1586876498-714157542.1586876498>, última consulta: 14 de abril de 2020.

Schifter, I., González-Macías, C., Miranda, A., López-Salinas, E. 2005. *Air Emissions Assessment from Offshore Oil Activities in Sonda de Campeche, Mexico*. 109, 135-145.

SCHP. 2019. Plan Nacional de Desarrollo. Publicado el 12 de julio 2019 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019>, última consulta: abril de 2020.

Schwartz, F. J. 1988. *Aggregations of young hatchling loggerhead sea turtles in the sargassum off North Carolina.* Marine Turtle Newsletter, 42, 9-10.

SCT. 1993. Ley de Puertos. Publicada el 19 de julio de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpue.htm>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 1994. Reglamento de la Ley de Puertos. Publicada el 21 de noviembre de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 2 de mayo del 2014. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPuertos.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCT4-1995, Condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro. Publicada el 4 de agosto de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69916.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-035-SCT4-1999, Equipo de protección personal y de seguridad para la atención de incendios, accidentes e incidentes que involucren mercancías peligrosas en embarcaciones y artefactos navales. Publicada el 23 de octubre de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69943.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2006. Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Publicada el 1 de junio de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lncm.htm>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2008a. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT/2008, Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. Publicada el 15 de agosto de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SCT/Normas/Oficiales/2008/15082008(1).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2008b. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT/2008, Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. Publicada el 14 de agosto de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69860.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. Publicada el 1 de septiembre de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69872.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-028-SCT2/2010, Disposiciones especiales y generales para el transporte de las substancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables. Publicada el 10 de mayo de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69923.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-011-SCT2/2012, Condiciones para el transporte de las substancias y materiales peligrosos envasadas y/o embaladas en cantidades limitadas. Publicada el 5 de julio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5257853&fecha=05/07/2012>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2016a. Anuario Estadístico de los Puertos de México 2016, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U_DGP/estadisticas/2016/Anuario/Anuario_2016.html>, última consulta: noviembre de 2019.

SCT. 2016b. Norma Oficial Mexicana NOM-019-SCT2/2015, Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de substancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos. Publicada el 27 de enero de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5423678&fecha=27/01/2016>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2017. Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal. Publicada el 26 de diciembre de 2017 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508944&fecha=26/12/2017>, última consulta: abril de 2020.

SCT. 2018. Estadística Operacional de Aeropuertos/Statistics by Airport. En: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/5-estadisticas/55-estadistica-operacional-de-aeropuertos-statistics-by-airport/>, última consulta: marzo de 2018.

SE. 2011. Norma Mexicana NMX-R-019-SCFI-2011 Sistema Armonizado de Clasificación y Comunicación de Peligros de los Productos Químicos. Publicada el 3 de juni o de 2011 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.chemicalsafetyconsulting.com/sites/www.chemicalsafetyconsulting.com/files/nmx-r-019-scfi-2011.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SECTUR. 2018. Resultados de la Actividad Turística. En: <https://datos.gob.mx/busca/organization/sectur>, última consulta: noviembre de 2019.

SEDENA. 1972. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos. Secretaría de La Defensa Nacional. Publicada el 11 de enero de 1972 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 12 de noviembre de 2015. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfafe.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEDESOL. 1993a. Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, Que Establece el Procedimiento para llevar a Cabo la Prueba de Extraccion para determinar los Consitutyentes que Hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente. Publicada el 2 de julio 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <www.ordenjuridico.gob.mx/fichaOrdenamiento.php?idArchivo=69228&ambito=FEDERAL>, última consulta: abril de 2020.

SEDESOL. 1993b. Norma Oficial Mexicana 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-ECOL-1993. Publicada el 18 de octubre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <www.ordenjuridico.gob.mx/fichaOrdenamiento.php?idArchivo=68956&ambito=FEDERAL>, última consulta: abril de 2020.

SEDUE. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 5 de junio de 2018. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEFIPLAN. 2016. Anuarios Estadísticos y Geográficos del Estado de Veracruz. En: <http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/anuarios-estadisticos-del-estado-de-veracruz/>, última consulta: noviembre de 2019.

SEMAR, SCT, SENER, SAGARPA y SEMARNAT. 2017. Acuerdo por el cual se modifica el similar por el que se establecen zonas de seguridad para la navegación y sobrevuelo en las inmediaciones de las instalaciones petroleras y para el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en zonas marinas mexicanas. Publicada el 7 de diciembre de 2017 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5507018&fecha=07/12/2017>, última consulta: abril de 2020.

SEMAR. 2014. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Publicada el 17 de enero de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lvzmm.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEMAR. 2016. Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas. En: <https://www.gob.mx/semar/articulos/plan-nacional-de-contingencia-para-derrames-de-hidrocarburos-y-sustancias-nocivas-potencialmente-peligrosas-en-las-zonas-marinas-mexicanas?idiom=es>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAP. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que Establece los Limites Maximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. Publicada el 30 de octubre de 1996 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69205.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAP. 2000a. La calidad del agua en los ecosistemas costeros de México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Instituto Nacional de Ecología. 407p.

SEMARNAP. 2000b. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAP. 2000c. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado el 30 de mayo de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última Reforma publicada el 31 de octubre de 2014. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2003a. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpgir.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2003b. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT2/1994, Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Caracterí-sticas de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos. Última reforma publicada el 21 de agosto de 1995. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4879777&fecha=21/08/1995>, última consulta: mayo de 2020.

SEMARNAT. 2003c. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Publicada el 15 de agosto de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69278.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2003d. Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección Ambiental - Salud Ambiental - Residuos Peligrosos Biológicoinfecciosos - Clasificación y Especificaciones de Manejo. Publicada el 17 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69324.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2004. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Publicada el 3 de junio de 2004 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2006a. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada el 23 de junio de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2006/23062006(1).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2006b. Reglamento de la ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada el 30 de noviembre de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas. Publicada el 31 de enero de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/2007/31012007(1).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2008. Guía Para La Presentación De La Manifestación De Impacto Ambiental Industria Del Petróleo. En: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental>, última consulta: mayo de 2020.

SEMARNAT. 2009. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Area de Protección de Flora y Fauna, la región conocida como Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, localizada frente a las costas de los municipios de Tamiahua y Tuxpan, en el Estado de Veracruz. Publicada el 5 de junio de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5093566&fecha=05/06/2009>, última consulta: mayo de 2020.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2011. Plan Binacional de Recuperación de la Tortuga Marina Lora (Lepidochelys kempii), Segunda Revisión, Silver Spring, MD, SEMARNAT / CONANP (Mexico) and National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) - National Marine Fisheries Service (NMFS).

SEMARNAT. 2012a. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280548&fecha=29/11/2012>, última consulta 15 de abril de 2020.

SEMARNAT. 2012b. Ley General de Cambio Climático. Publicada el 6 de junio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de julio de 2018. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgcc.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2012c. Programa de Acción para la Conservación de la Especie, Tortuga Laúd (Dermochelys coriacea). En: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-la-especie-tortuga-laud-dermochelys-coriacea>, última consulta: mayo 2020

SEMARNAT. 2012d. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado el 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>, última consulta: 14 de abril de 2020.

SEMARNAT. 2012e. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado el 24 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>, última consulta: 14 de abril de 2020.

SEMARNAT. 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Publicada el 7 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfra.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2014a. 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. Publicada el 24 de enero de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5330750&fecha=24/01/2014>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2014b. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Publicada el 28 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto Vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGCC_MRNE_281014.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2016a. Acuerdo por el cual se modifican y adicionan diversos artículos 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. Publicada el 13 de mayo de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5437114&fecha=13/05/2016>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2016b. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen las reglas para el requerimiento mínimo de seguros a los Regulados que lleven a cabo obras o actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, tratamiento y refinación de petróleo y procesamiento de gas natural. Publicada el 23 de junio de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5442251&fecha=23/06/2016>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2016c. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Publicada el 9 de diciembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464908&fecha=09/12/2016>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2016d. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para Informar la Ocurrencia de Incidentes y Accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de

Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Publicada el 4 de noviembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5459830&fecha=04/11/2016>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2017. *Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.* 1st ed. Ciudad de Mexico: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT. 2018a. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos. Publicada el 2 de mayo de 2018 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5521266&fecha=02/05/2018>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2018b. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada el 8 de marzo de 2018 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2018c. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. Publicada el 30 de enero de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2107972&fecha=30/01/2006>, última consulta: mayo de 2020.

SEMARNAT. 2019a. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos. Publicada el 22 de marzo de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5554913&fecha=22/03/2019>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2019b. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ASEA-2019, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos. Publicada el 16 de abril de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5557886&fecha=16/04/2019>, última consulta: abril de 2020.

SEMARNAT. 2019c. Acuerdo mediante el cual se modifican, adicionan y derogan diversos artículos de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos. Publicada el 7 de junio de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5562195&fecha=07/06/2019>, última consulta: septiembre de 2020.

SEMARNAT. 2020. Acuerdo por el cual se modifican, adicionan y derogan diversos artículos 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. Publicada el 4 de mayo de 2020 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: < https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592736&fecha=04/05/2020>, última consulta: septiembre de 2020.

Sen Gupta, B. y Aharon, P. 1994. *Benthic foraminifera of bathyal hydrocarbon vents of the Gulf of Mexico: Initial report on communities and stable isotopes*. Geo-Marine Letters, 14, 88–96.

Sen Gupta, B., Lee, R. Y May Iii, M. 1981. *Upwelling and an unusual assemblage of benthic foraminifera on the northern Florida continental slope*. Journal of Paleontology, 55, 853–857.

Sen Gupta, B., Platon, E., Bernhard, J. Y Aharon, P. 1997. *Foraminiferal colonization of hydrocarbon-seep bacterial mats and underlying sediment, Gulf of Mexico slope*. Journal of Foraminiferal Research, 27, 292–300.

SENER, SHCP, SE, CNH, CRE y ASEA. 2014. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. Publicada el 31 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LHidro.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SENER. 2014a. Ley de Hidrocarburos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 15 de noviembre de 2016. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lhidro.htm>, última consulta: abril de 2020.

SENER. 2014b. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Publicada el 11 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Texto Vigente. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lansi.htm>, última consulta: abril de 2020.

SENER. 2018. Disposiciones Administrativas de Carácter General sobre la Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético. Disponible en línea: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5524885&fecha=01/06/2018>, última consulta: noviembre de 2019.

SEP. 1972. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Publicada el 6 de mayo de 1972 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 16 de febrero de 2018. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfmzaah.htm>, última consulta: abril de 2020.

SEPESCA. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. Publicado el 31 de mayo de 1990 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4658226&fecha=31/05/1990>, última consulta: 16 de abril de 2020.

Serrano, A. 2002. *Mamíferos Marinos en México Guía de Campo.* Xalapa, Veracruz, México*.* ASBE.

Serrano, A., Galindo, J. A. Y Vázquez-Castán, L. 2005. *Distribution and abundance of cetaceans from the northern coasts of the state of Veracruz, Mexico*. 16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. San Diego, CA.

Shires, T. M., C. J. Loughran, S. Jones, y E. Hopkins. 2009. API Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Gas Industry (Product Number Z00109), American Petroleum Institute. En: <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/environment/climate-change>, última consulta: abril de 2020.

SIMEC. 2018. Ficha SIMEC: Laguna de Términos. En: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=118&reg=5>, última consulta: mayo de 2020.

Simmonds, M. P. Y Hutchinson, J. D. 1996. *The Conservation of Whales and Dolphins: Science and Practice.* West Sussex, UK, John Wiley Y Sons, Ltd.

Smit, M.G.D., K.I.E. Holthaus, H.C. Trannum, J.M. Neff, G. Kjeilen-Eilertsen, R.G. Jak, L. Singsaas, A.J. Huijbregts, y A.J. Hendriks. 2008. *Species sensitivity distributions for suspended clays, sediment burial, and grain-size change in the marine environment*. Environ.Toxicol.Chem. 27:1006-1012.

Smultea Ma y Wursig B. 1995. *Behavioural reactions of bottlenose dolphins to the Mega Borg oil spill, Gulf of Mexico 1990.* Aquat Mamm 21(3):171–181.

Solis-Ramirez, M. J. 1995. *Un caso de varamiento de Mesoplodon europaeus Gervais, 1855 (Mammalia-Cetacea) en Playas de Cheism, Yucatan, Mexico*. Jana, 6, 12-13.

Southall, B.J., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas, Y P.L. Tyack. 2007. *Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations.* Aquatic Mammals 33: 411-521

Southwood, A., Fritsches, K., Brill, R. And Swimmer, Y. 2008. *Sound, chemical, and light detection in sea turtles and pelagic fishes: sensory-based approaches to bycatch reduction in longline fisheries.* Endang. Species Res. 5, 225-238

Spagnoli, F., Bartholini, G., Dinelli, E. Y Giordano, P. 2008. *Geochemistry and particle size of surficial sediments of Gulf of Manfredonia (Southern Adriatic Sea).* Estuarine Coastal and Shelf Science, 80, 21-30.

Spaulding, M. L., Kolluru, V. S., Anderson, E., And Howlett, E. 1994. *Application of three-dimensional oil spill model (WOSM/OILMAP) to hindcast the Braer spill.* Spill Science and Technology Bulletin, 1(1), 23-35.

Spotila, J. R. 2004. *Sea Turtles: A Complete Guide to Their Biology, Behavior, and Conservation*. Baltimore, MD, The Johns Hopkins University Press.

Springer, S. y Gilbert, P. W. 1976. *The basking shark, Cetorhinusmaximus, from Florida and California, with comments on itsbiology and systematics*. Copeia, 1976, 47–54.

SRE. 1969. Decreto Promulgatorio del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado en Kyoto, el once de diciembre de mil novecientos noventa y siete. Publicada el 31 de diciembre de 1969 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2059420&fecha=01/09/2000>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1977. Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar. Publicada el 9 de mayo de 1997. En: <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-II44.pdf>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1983. Decreto por el que se aprueba la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Publicada el 1de junio de 1983. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4806247&fecha=01/06/1983>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1984. Decreto de Promulgación del Convenio para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural adoptado en París el 23 de noviembre de 1972. Publicada el 2 de mayo de 1984 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4665879&fecha=02/05/1984>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1985. Decreto de Promulgación del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe y el Protocolo de Cooperación para combatir los derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe, adoptado en Cartagena de Indias, el 2 de agosto del 1985. Publicada el 6 de febrero de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4753384&fecha=02/08/1985>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1986. Decreto de Promulgación de la Convención, Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas y el Protocolo que la Modifica, adoptadas en la ciudad de Ramsar y París, el 2 de febrero de 1971 y el 3 de diciembre de 1982. Publicada el 29 de agosto de 1986 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4808616&fecha=29/08/1986>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1987. Decreto de Promulgación del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, adoptado en Viena, el 22 de marzo de 1985. Publicada el 22 de diciembre de 1987 en el Diario Oficial de la

Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4710933&fecha=22/12/1987>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1991. Decreto promulgatorio del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Publicada el 9 de agosto de 1991 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4737910&fecha=09/08/1991>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1993. Decreto por el cual se aprueba el Convenio sobre la diversidad biológica. Publicada el 13 de enero de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4710930&fecha=13/01/1993&cod_diario=203013>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1995. Decreto de promulgación del Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990. Publicada el 6 de febrero de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4868616&fecha=06/02/1995>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1997. Decreto Promulgatorio del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado en Kyoto, el once de diciembre de mil novecientos noventa y siete. Publicada el 31 de diciembre de 1969 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2064000&fecha=31/12/1969>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 1998. Decreto Promulgatorio del Anexo V del Protocolo de 1978, relativo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973 y las Enmiendas de 1989, 1990 y 1991, a dicho Anexo, aprobadas por las Resoluciones del Comité de Protección del Medio Marino MEPC.36 (28), MEPC.42 (30) y MEPC.48 (31), respectivamente, así- como las Enmiendas de 1994, aprobadas por la Resolución 3 de la Conferencia de la Organización Marí-tima Internacional. Publicada el 29 de octubre en el Diario Oficial de la Federación. Publicada el 29 de octubre de 1998 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4897536&fecha=29/10/1998>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2004. Decreto Promulgatorio del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, adoptado en Estocolmo, el veintidós de mayo de dos mil uno. Publicada el 17 de mayo de 2004 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=678132&fecha=17/05/2004>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2006. Decreto Promulgatorio del Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, 1972, adoptado en la ciudad de Londres, el siete de noviembre de mil novecientos noventa y seis. Publicada el 24 de marzo de 2006 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRE/Decretos/2006/24032006(2).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2007. Decreto Promulgatorio de la Enmienda de Beijing que Modifica el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, adoptada el tres de diciembre de mil novecientos noventa y nueve por la XI Conferencia de las Partes. Publicada el 26 de octubre de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRE/Decretos/2007/26102007(2).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2008a. Decreto Promulgatorio de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático, adoptada en la ciudad de París, Francia, el dos de noviembre de dos mil uno. Publicada el 31 de diciembre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRE/Decretos/2008/31122008(2).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2008b. Decreto Promulgatorio del Convenio Internacional sobre el Control de los Sistemas Antiincrustantes Perjudiciales en los Buques, adoptado en Londres, el cinco de octubre de dos mil uno. Publicada el 19 de noviembre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRE/Decretos/2008/19112008(1).pdf>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2014. Decreto Promulgatorio de la Enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, adoptada en Gaborone, Botswana, el treinta de abril de mil novecientos ochenta y tres. Publicada el 14 de abril de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5340563&fecha=14/04/2014>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2016. Decreto Promulgatorio del Acuerdo de París, hecho en París el doce de diciembre de dos mil quince. Publicada el 4 de noviembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5459825&fecha=04/11/2016>, última consulta: abril de 2020.

SRE. 2017. Decreto Promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI). Publicada el 8 de septiembre de 2017 en el Diario Oficial de la Federación. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496682&fecha=08/09/2017>, última consulta: abril de 2020.

Steidinger, K., M. A. Faust Y Hernández-Becerril, D. U. 2009. *Dinoflagellates (Dinophyta) of the Gulf of Mexico.* Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Biodiversity. College Station, TX: Texas AYM University Press.

Steinke, D., Dewaard, J. R., Gomon, M. F., Johnson, J. W., Larson, H. K., Lucanus, O., Moore, G. I., Reader, S. Y Ward, R. D. 2017. *DNA barcoding the fishes of Lizard Island (Great Barrier Reef).* Biodiversity Data Journal, 5.

Stewart, K. y Johnson, C. 2006. *Dermochelys coriacea, leatherback sea turtle.* In Biology and conservation of Florida Turtles. Chelonian Research Monographs, 3, 144–157.

STPS. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Publicada el 2 de febrero de 1999 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69360.pdf>, última consulta: abril de 2020.

STPS. 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. Publicada el 6 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267079&fecha=06/09/2012>, última consulta: abril de 2020.

Suárez, G. 2000. *Reverse Faulting in the Isthmus of Tehuantepec: Backarc Deformation Induced by the Subduction of the Tehuantepec Ridge*. Cenozoic Tectonics and Volcanism of Mexico: Geological Society of America Special Papers No. 334.

Suárez, G. Y López, A. 2015. *Seismicity in the Southwestern Gulf of Mexico: Evidence of Active Back Arc Deformation*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 32, 77-83.

Suárez-Morales, E. 2007. *The Mesopelagic Copepod Gaussia princeps (Scott) (Calanoida: Metridinidae) from the Western Caribbean with Notes on Integumental Pore Patterns*. Zootaxa, 1621, 33-44.

Suárez-Morales, E., Ordónez-López, U. Y Vásquez-Yeomans, L. 2013. *Las investigaciones de zooplancton marino en el sureste de México (1985-2010): logros y perspectivas institucionales*. Sociedad y Ambiente, 1, 96-112.

Sutton, T. T., Porteiro, F. M., Heino, M., Byrkjedal, I., Langhelle, G., Anderson, C. I. H., Horne, J., Søiland, H., Falkenhaug, T., Godø, O. R. Y O.A. Bergstad. 2008. *Vertical structure, biomass, and topographic association of deep-pelagic fishes in relation to a mid-ocean ridge system*. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 55, 161-184.

Tapia González, F. U., Herrera-Silveira, J. A. y Aguirre-Macedo, M. L. 2008. *Water quality variability and eutrophic trends in karstic tropical coastal lagoons of the Yucatán Peninsula*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76, 418-430.

Teas, W. G. 1993. *Species composition and size class distribution of marine turtle strandings on the Gulf of Mexico and Southeast United States Coasts, 1985–1991: NOAA Technical Memorandum*. NMFS-SEFSC-315, Miami, FL, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) - National Marine Fisheries Service (NMFS).

Teelucksingh, S. S., Eckert, S. Y Nunes, P. A. L. D. 2010. *Marine Turtles, Ecosystem Services and Human Welfare in the Marine Ecosystems of the Caribbean Sea: A Discussion of Key Methodologies*. Etudes Caribéennes En: <https://etudescaribeennes.revues.org/10990?lang=en#tocto1n4>, última consulta: noviembre de 2019.

Ten Brink, U. S., Chaytor, J. D., Geist, E. L., Brothers, D. S. Y Andrews, B. D. 2014. *Assessment of Tsunami Hazard to the U.S*. Atlantic Margin. Marine Geology, 353, 31-54.

Ten Brink, U. S., H. J. Lee, E. L. Geist Y Twichell, D. 2009. *Assessment of Tsunami Hazard to the U.S. East Coast Using Relationships Between Sub-marine Landslides and Earthquakes*. Marine Geology, 264, 65-73.

Tern y Plover Partnership. 2017. Interior Least Tern: Migration. Lincoln, NE: University of Nebraska. En: <http://ternandplover.unl.edu/tern/migration-tern.asp>, última consulta: noviembre de 2019.

TEWG. 2009. *An Assessment of the Loggerhead Turtle Population in the Western North Atlantic Ocean, NOAA Technical Memorandum*. NMFS-SESFC-575, Miami, FL, National Oceanographic and Atmospheric Adminsitration (NOAA), National Marine Fisheries Service (NMFS).

Texas A&M. 2018. Atmospheric Sciences En: <https://atmo.tamu.edu/>, última consulta: noviembre de 2019.

The University of Texas at Austin. s.f. Deepwater Drilling. En: <https://www.strausscenter.org/energy-and-security/deepwater-drilling.html>, última consulta: 16 de abril de 2020.

Torres, L. G., Rosel, P. E., D'agrossa, C. Y Read, A. J. 2003. *Improving management of overlapping bottlenose dolphin ecotypes through spatial analysis and genetics*. Marine Mammal Science, 19, 502-514.

Tran, T., Yazdanparast, Y Suess. 2014. *Effect of Oil Spill on Birds: A Graphical Assay of the Deepwater Horizon Oil Spill's Impact on Birds*. Computational Statistics 29(1-2):133-140.

Tucker, A. D. 2010. *Nest site fidelity and clutch frequency of loggerhead turtles are better elucidated by satellite telemetry than by nocturnal tagging efforts: Implications for stock estimation*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 383, 48-55.

Tyminski, J. P., De La Parra-Venegas, R., González Cano, J. Y Hueter, R. E. 2015. *Vertical Movements and Patterns in Diving Behavior of Whale Sharks as Revealed by Pop-Up Satellite Tags in the Eastern Gulf of Mexico*. PLoS ONE, 10.

Uitz, J., H. Claustre, B. Gentili Y Stramski, D. 2010. *Phytoplankton class-specific primary production in the world's oceans: Seasonal and interannual variability from satellite observations*. Global Biogeochemical Cycles, 24.

UNEP-WCMC. 2016. Global distribution of seagrasses (version 4.0). Fourth update to the data layer used in Green and Short (2003) Cambridge, UK: UNEP World Conservation Monitoring Centre. En: <http://data.unep-wcmc.org/datasets/7>, última consulta: noviembre de 2019.

UNEP-WCMC. 2017. Biodiversity A-Z. En: <http://www.biodiversitya-z.org/>, última consulta: noviembre de 2019.

UNESCO. 2012. Sistema Arrecifal Veracruzano. En: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/sistema-arrecifal-veracruzano>, última consulta: 14 de abril de 2020.

US EPA. 1994. *EYP Forum: Methods for Estimating Atmospheric Emissions from EYP Operations*. Report No. 2.59/197, edited, US Environmental Protection Agency,.Washington, DC.

US EPA. 1995. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. Chapter 3: Stationary Internal Combustion Sources. En: <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/index.html>, última consulta: abril de 2020.

US EPA. 2017. National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) General Permit For New and Existing Sources and New Dischargers in the Offshore Subcategory of the Oil and Gas Extraction Point Source Category for the Western Portion of the Outer Continental Shelf of the Gulf of Mexico (GMG290000). Environmental Protection Agency. En: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-09/documents/2017_final_gp_for_fr_091817.pdf>, última consulta: noviembre de 2018.

USAID. 2017. Greenhouse Gas Emissions Factsheet: Mexico. En: <https://www.climatelinks.org/resources/greenhouse-gas-emissions-factsheet-mexico>, última consulta: noviembre de 2018.

USGS. 2000. U.S. Geological Survey World Petroleum Assessment 2000: U.S. Geological Survey Digital Data Series DDS 60. En: <http://pubs.usgs.gov/of/1997/ofr-97-470/OF97-470L/

USGS. 2018. Earthquake Hazards Program: Earthquake Hazards Program. En: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>, última consulta: noviembre de 2019.

Valverde, R. A. y Rouse, K. 2017. *Sea Turtles of the Gulf of Mexico.* Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill. New York, NY: Springer-Open.

Vannucci, M. 1957. *On Brazilian Hydromedusae and their distribution in relation to different water masses*. Boletim do Instituto Oceanográfico, 8, 23-109.

Vargo, G.A. y Hopkins, T.L. 1990. *Plankton*. En: Phillips, N.W. y Lars, K.S. (eds.). Synthesis of available biological, Geological, Chemical, Socioeconomic, and Cultural Resource Information for the South Florida Area. OCS Study MMS-90-0019. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Atlantic OCS Region, Herndon, VA, p. 195-230.

Vázquez De La Cerda, A. M., Reid, R. O., Dimarco, S. F. Y Jochens, A. E. 2005. *Bay of Campeche Circulation: An Update. Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and Models*. Geophysical Monographs Series Vol 161, American Geophysical Union.

Vázquez Gutiérrez, F., Alexander Valdéz, H. M. Y Castillo, F. 2005. *Calidad del agua en el sur del Golfo de México de 1995 a 1997 (Sonda de Campeche)*. La Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 3a Epocha - Vol. II.

Vázquez-Castán, L., Serrano, A., López-Ortega, M. Y Naval-Aguilar, C. 2006. *Habitat selection in three populations of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus).* 86th Annual Meeting of the American Society of Mammalogists, Amherst, MA.

Vázquez-Castán, L., Serrano-Solís, A., López-Ortega, M., Gallindo, A., Valdes-Arellanes, M. P. Y Naval-Ávila, C. 2007. *Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (Tursiops truncatus, Montagu 1821) en la costa Norte del estado de Veracruz, México*. UDO Agrícola, 7, 285-292.

Venn-Watson S, Colegrove Km, Litz J, Kinsel M, Terio K, Saliki J, Fire S, Carmichael R, Chevis C, Hatchett W, Pitchford J, Tumlin M, Field C, Smith S, Ewing R, Fauquier D, Lovewell G, Whitehead H, Rotstein D, Mcfee W, Fougeres E, Rowles T. 2015. *Adrenal gland and lung lesions in Gulf of Mexico common bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) found dead following the Deepwater Horizon oil spill*. PLoS ONE. doi:10. 1371/journal.pone.0126538.

Verheijhen, F. J. 1985. *Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with incidents, causations, remedies*. Experimental Biology, 44, 1-18.

Vidal, O. 1991. *Catalog of osteological collections of aquatic mammals from Mexico*. NOAA Technical Report NMFS 97, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA).

Visit Mexico. 2018. Guía de Turismo de México. En: <https://www.visitmexico.com/es>, última consulta: junio de 2018.

Wang, Z., Stout, S. A. y Fingas, M. 2006. *Forensic Fingerprinting of Biomarkers for Oil Spill Characterization and Source Identification.* Environmental Forensics, 7, 105-146.

Ward, C. H. 2017. *Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill.* New York, NY, Springer-Open.

Ward, N. y A. Moscrop 1999. *Mamíferos del Gran Caribe: Un resumen preliminar de su estatus de conservación. , Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico Interino (ISTAC) del Protocolo Relativo a las Áreas de Flora y Fauna Silvestre, especialmente protegidas (SPAW) en la Región del Gran Caribe. La Habana, Cuba. 30pp.

Waring, G. T., Josephson, E., Maze-Foley, K. Y Rosel, P. E. 2013. U.S. *Atlantic and Gulf of Mexico marine mammal stock assessments*. 2012, Vol. 1, Woods Hole, MA, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) - National Marine Fisheries Service (NMFS).

Watson, W. 1996. *Perciformes.* The Early Stages of Fishes in the California Current Region - CALCOFI ATLAS 33. La Jolla, CA: National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), National Marine Fisheries Service (NMFS), Southwest Fisheries Science Center.

Watson, W. y Sandknop, E. M. 1996. Clupeiformes. *The Early Stages of Fishes in the California Current Region - CALCOFI ATLAS 33*. La Jolla, CA: National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), National Marine Fisheries Service (NMFS), Southwest Fisheries Science Center.

Wei, C.-L., Rowe, G., Escobar-Briones, E., Boetius, A., Soltwedel, K., Caley, J., Soliman, Y., Huettmann, F., Qu, F., Yu, Z., Pitcher, C. R., Haedrich, R., Wicksten, M., Rex, M., Baguley, J., Sharma, J., Danovaro, R., Macdonald, I., Nunnally, C., Deming, J., Montagna, P., Levesque, M., Weslawsk, J. M., Wlodarska-Kowalczuk, M., Ingole, B., Bett, B., Billett, D., Yool, A., Bluhm, B., Iken, K. Y Narayanaswamy, B. 2010. *Global patterns and predictions of seafloor biomass using Random forests*. PLoS One, 5.

Wells, R. J. D. y Rooker, J. R. 2004. *Spatial and temporal patterns of habitat use by fishes associated with Sargassum mats in the northwestern Gulf of Mexico*. Bulletin of Marine Science, 74, 81-99.

Wenz, G. M. 1962. *Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources*. The Journal of the Acoustical Society of America, 34, 1936-1956.

Whitehead, P. J. P., Nelson, G. J. Y Wongratana, T. 1988. *FAO Species Catalogue*. Vol.7: Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei), an annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies, and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae, Rome, Italy.

WHO. 2018. Total Fertility Rate. En: <http://www.searo.who.int/entity/health_situation_trends/data/chi/TFR/en/>, última consulta: noviembre de 2019.

WHOI. 2017. OAFlux Ocean Evaporation Product, Woods Hole Oceanographic Institution En: <http://oaflux.whoi.edu/evap.html>, última consulta: noviembre de 2019.

Wilson, B. J., Mortazavi, B., & Kiene, R. P. 2015. *Spatial and temporal variability in carbon dioxide and methane exchange at three coastal marshes along a salinity gradient in a northern Gulf of Mexico estuary*. Biogeochemistry, 123(3), 329-347.

Wiseman, W. J. Y Sturges, W. 1999. *Physical oceanography of the Gulf of Mexico: Processes that regulate its biology*. The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, sustainability and management. USA: Blackwell Science.

Witherington, B., Bresette, M. Y Herren, R. 2006. *Chelonia mydas–green turtle, Biology and Conservation of Florida Turtles*. Chelonian Research Monographs 3, 90-104.

Witherington, B., Hirama, S. Y Hardy, R. 2012. *Young sea turtles of the pelagic Sargassumdominated drift community: Habitat use, population density, and threats*. Marine Ecology Progress Series, 463, 1-22.

Würsig, B. 2017. *Marine Mammals of the Gulf of Mexico*. Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill. New York, NY: Springer-Open.

Würsig, B., Jefferson, T. A. y Schmidly, D. J. 2000. *The Marine Mammals of the Gulf of Mexico, College Station.* TX, Texas AYM Press.

Xavier, R., Barata, A., Cortez, L. P., Queiroz, N. y Cuevas, E. 2006. *Hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata Linnaeus 1766) and green turtle (Chelonia mydas Linnaeus 1754) nesting activity (2002-2004) at El Cuyo beach, Mexico beach, Mexico*. Amphibia-Reptilia, 27, 539–547.

Yesson, C., Clark, M. R., Taylor, M. y Rogers, A. D. 2011. *List of seamounts in the world ocean.* In supplement to: Yesson, C et al. (2011): The global distribution of seamounts based on 30-second bathymetry data. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 58(4), 442-453, https://doi.org/10.1016/j.dsr.2011.02.004. Pangaea.

Zavala-García, F., Flores-Coto, C. y Espinosa-Fuentes, M. D. L. L. 2016. *Relationship between zooplankton biomass and continental water discharges in the southern Gulf of Mexico (1984-2001).* Revista de Biología Marina y Oceanografía, 51, 21-31.