

# MIA-R Gasoducto Extensión Sureste “Etapa II”



Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R. L. de C. V.



RESUMEN EJECUTIVO

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD  
INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AL MEDIO  
AMBIENTE DEL SECTOR  
HIDROCARBUROS  
(ASEA)



## ÍNDICE

Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.....	3
<b>Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables. ....</b>	<b>4</b>
<b>Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región. ....</b>	<b>9</b>
Abiótico .....	9
Biótico .....	12
<b>Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional .....</b>	<b>24</b>
<b>Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.....</b>	<b>26</b>
<b>Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas .....</b>	<b>28</b>

## Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

### Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"

El proyecto que lleva por nombre Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II", promovido por la empresa Transportadora de Gas Natural de la Huasteca, S. de R.L. de C.V., consistirá en la construcción de un gasoducto marino de acero al carbón (API 5L X60 o X65), con Diámetro Nominal (DN) de 36" y una longitud total de 692.00 km. El proyecto se localizará en el Golfo de México entre los estados de Veracruz y Tabasco, y estará dividido en dos secciones:

1. La sección 1 se extenderá aproximadamente 501.30 km desde la landfall (llegada a tierra) en Tuxpan, Veracruz, hasta la landfall (llegada a tierra) en Coatzacoalcos, Veracruz.
2. La sección 2 se extenderá aproximadamente 190.70 km desde la landfall en Coatzacoalcos, Veracruz, hasta la landfall (llegada a tierra) en Paraíso, Tabasco (Dos Bocas).

En las landfall se realizarán las interconexiones con las Estaciones de Compresión y de Medición y Regulación correspondientes.

Cabe señalar, que las landfall y las Estaciones con las que interconectará el proyecto son obras correspondientes a la Etapa I del sistema SEE, y que por su ubicación se gestionan de manera independiente y se encuentran en evaluación; por tal motivo, no serán consideradas como superficies y obras del presente proyecto.

La superficie de ocupación del proyecto será de 7,093.046 ha, de las cuales **solo 68.903 ha serán permanentes** y 7,024.143 ha serán áreas temporales.

El proyecto estima una vida útil de 32 años para el desarrollo de sus diferentes etapas (preparación, construcción, operación y mantenimiento). Asimismo, se estima la inversión para su ejecución será de [REDACTED], de los cuales se tiene considerado un porcentaje para las actividades y programas que atenderán los Impactos Ambientales previstos a generar por el proyecto. **INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, ART. 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.**

Como obras, el proyecto considera únicamente la instalación de tubería mar adentro, para conformar el gasoducto, y la interconexión con las instalaciones terrestres; para lo cual, se llevarán a cabo las actividades que se presentan en la siguiente tabla.

Actividades
<b>Preparación</b>
Ahuyentamiento de fauna marina
Cruces con terceros
<b>Construcción</b>
Perforación Direct-Pipe
Zanjeo (Succión y Jetting)
Instalación de ducto (acarreo, alineamiento, soldadura y tendido)
Enrocamiento
Prueba hidrostática
Pre operativos
<b>Operación y mantenimiento</b>

## Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

El presente proyecto se ha vinculado con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de impacto ambiental competencia de la federación y en observancia en primer lugar del artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13, fracción III de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, dado que el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas, Sitios Ramsar próximos al proyecto, Normas Oficiales Mexicanas e instrumentos de planeación. Por lo que a continuación, se presenta de manera enunciativa un resumen los instrumentos más relevantes:

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

## **Leyes y Reglamentos**

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental: El proyecto se ubica en el supuesto del artículo 28, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, razón por la que se ha vinculado el proyecto con dichas disposiciones jurídicas, debido a que el proyecto consiste en la construcción de línea de gasoducto en zona marina de 36" DN y tendrá una longitud aproximada de 692.00 km, que correrá a lo largo del Golfo de México. El ducto marino conectará primero con la EC de Tuxpan (Primera etapa del proyecto), continuará su ruta por el Golfo de México hasta llegar a la EC en Coatzacoalcos, saliendo nuevamente hasta llegar a la ERYM en Paraíso, Tabasco (Dos Bocas); para el transporte de gas natural.

Asimismo, el proyecto se ajusta al artículo 30 de la misma Ley, ya que dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental, se ha incluido una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, por lo que corresponde a cada obra dentro de la fase de desarrollo del proyecto en la que se encuentre, como se ha precisado con antelación.

En concordancia con lo antes expuesto, el proyecto se ha vinculado con el artículo 5°, incisos C) y D) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Derivado de las características del proyecto, es que también se evidencia dentro del capítulo III, el cumplimiento que el proyecto dará a los lineamientos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, así como su respectivo reglamento.

No obstante, también se han considerado otras disposiciones jurídicas que guardan relación directa con el proyecto.

## **Instrumentos de Planeación Urbana y Ordenamiento Territorial**

De la revisión y análisis del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, se desprende que el trazo del proyecto se encuentra ubicado en el mar territorial del Golfo de México, sin que este incida en alguna Unidad Ambiental Biofísica, asimismo, de la vinculación

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

realizada, se llegó a concluir que el proyecto no contraviene las estrategias ambientales aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica en que se localiza el proyecto.

De igual forma, se hace la vinculación pertinente con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, ubicándose en las Unidades de Gestión Ambiental 160, 161, 162, 165, 166 y 187 de cuya vinculación del proyecto con las estrategias y criterios aplicables, se pudo concluir que el proyecto no contraviene los mismos.

Continuando con ese orden de ideas, se evidencio el cumplimiento del proyecto en relación con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024, en cuya vinculación se evidencia la gran ventaja y aportación que el proyecto tendrá en materia económica y energética, así como coadyuvar a alcanzar las metas nacionales referentes a la reactivación económica, mercado interno y fomento al empleo de la región y a la par, ser una influencia positiva para los Estados de Veracruz y Tabasco, así como a nivel Nacional. Asimismo, el proyecto se vinculó con la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027, así como con el Plan Sectorial de Energía 2020-2024, donde es claro que el proyecto se inserta dentro del sector energético y coadyuva al cumplimiento de los objetivos y estrategias prioritarias en virtud de que el proyecto coadyuva a lograr alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.

### **Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional**

Para el desarrollo del presente capítulo fueron revisados y analizados los siguientes tratados internacionales:

- **Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL):** su objetivo es preservar el medio ambiente marino a través de la prevención de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas y la minimización de una descarga accidental de dichas sustancias.
- **Protocolo de 1996 relativo al Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972:** su objetivo es el de proteger el medio marino y de fomentar el uso sostenible y la conservación de los recursos marinos.
- **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB):** tiene los objetivos de fomentar y procurar la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto:** el principal objetivo del Protocolo es “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.”
- **Principios de Ecuador:** establecen los lineamientos y parámetros ambientales respecto de los cuales debe ser observado y evaluado un proyecto desde el ámbito ambiental, es decir, la aplicación de las Normas de Desempeño es adoptada para evidenciar el cumplimiento de los Principios de Ecuador desde diversas vertientes una de ellas, la ambiental.

### Áreas Naturales Protegidas

En relación con las áreas Naturales Protegidas, el proyecto no incide en ninguna de ellas, es decir, no incide en Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal, Estatal, Municipal y destinadas voluntariamente a la conservación, por lo que no se contravienen sus decretos o programas de manejo.

### Sitios RAMSAR

En relación con los Sitios Ramsar, se advierte que el proyecto no incide con ningún sitio Ramsar, siendo el más próximo al trazo el denominado “Manglares y Humedales de Tuxpan”, tomando en consideración su ubicación y con base en la consulta realizada de la Ficha Ramsar, de Manglares y Humedales de Tuxpan, se destaca que el crecimiento portuario principalmente y el urbano en menor medida, son los factores adversos más importantes en el sitio; sin embargo el presente proyecto no pretende la urbanización de la zona, ni tampoco llevar a cabo actividades portuarias.

### Normas Oficiales Mexicanas

El proyecto se ha vinculado con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- **NOM-001-SEMARNAT-1996:** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- **NOM-002-SEMARNAT-1996:** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005:** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- **NOM-054-SEMARNAT-1993:** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.
- **NOM-081-SEMARNAT-1994:** Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- **NOM-085-SEMARNAT-2011:** Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
- **NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012:** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Que establece la 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.
- **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.
- **NOM-003-ASEA-2016:** Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
- **NOM-007-ASEA-2016:** Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.
- **NOM-010-STPS-2014:** NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.
- **NOM-018-STPS-2015:** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- **NOM-028-STPS-2012:** Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

## Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región.

Se describen y analizan de forma integral los procesos y componentes del medio abiótico, biótico, y socioeconómico en tres escalas de estudio: 1) Área de Referencia (Golfo de México), 2) Sistema Ambiental Regional (SAR) y 3) áreas del proyecto.

### Abiótico

Referente a la delimitación del SAR, dada la ubicación del proyecto dentro del medio marino, se consideraron como **criterios** los rasgos **geomorfológicos y procesos físicos regionales**, y su análisis permitió establecer los siguientes límites:

- *El límite noroeste y sureste del SAR está delimitado por los patrones de circulación de corrientes sobre la plataforma continental, la cual se rige por dos temporadas: Otoño-Invierno y Primavera-Verano.*
- *El límite hacia el mar abarca la plataforma continental, desde la línea de costa, hasta la isobata de los 200 m de profundidad.*
- *El límite hacia la zona litoral está definido por la línea de costa.*

Considerando los criterios antes señalados, la superficie del SAR es de **3,198,737,157 hectáreas**.

A nivel del área de referencia (GM), existe un deterioro ambiental que se manifiesta en problemas de contaminación provocada por las descargas de aguas servidas provenientes de la zona continental y que son vertidas sin tratamiento previo, por lo que generan nutrientes (nitrogenados, fosforados y compuestos solubles de silicio), así como micro-contaminantes y microorganismos patógenos. De la mano con lo anterior, hay un manejo incorrecto de los residuos industriales, peligrosos y los sólidos urbanos. Conforme a estudios previos que se han realizado en el GM, área de referencia donde incidirá el proyecto, presenta niveles de contaminación procedentes del medio terrestre hacia las zonas costeras, con valores superiores a los 4 millones de toneladas anuales (PNUMA, 1994. En: Botello, et al., 2005).

Entre las principales cargas contaminantes de origen industrial hacia el medio marino se identificaron aquellas procedentes de refinerías de petróleo, fábricas de azúcar de caña y

alimentos, destilerías de alcohol, cervecerías, papeleras y las industrias químicas (orgánica e inorgánica). Las refinerías de petróleo contribuyen con el 70% del total de las cargas industriales de DBO5, y con el 80% de las cargas contaminantes de petróleo. La eutrofización costera producto de los vertimientos de aguas servidas, constituye un problema regional particularmente agudo en zonas cercanas a los grandes centros urbanos (Sullivan Sealey, 1998).

Adicional a lo anterior, se estima que más de mil millones de toneladas por año de material particulado es depositado en la zona marina del GM, donde incidirá el proyecto. Las cargas fluviales, disueltas y suspendidas, se han incrementado en más del doble en los últimos años debido a las actividades humanas. En el caso del SAR, se ve influido por todas las actividades antrópicas antes señaladas y por las descargas y desechos que implican el desarrollo de estas actividades.

En cuanto al funcionamiento hidrodinámico del SAR, depende principalmente de las condiciones atmosféricas inducidas por el viento, el cual determina la dirección y tipo de corrientes, y se define en dos estaciones bien marcadas que son primavera-verano y otoño-invierno.

En la temporada de otoño e invierno la mayor probabilidad de ocurrencia de las corrientes a lo largo de las costas de Tamaulipas y Veracruz son hacia el sur, mientras que en los estados de Campeche y Yucatán van predominantemente en sentido inverso, convergiendo en el sur del Golfo de México lo que genera flujos perpendiculares a la costa. Durante la primavera y verano, los vientos en la zona de la plataforma de Tamaulipas y Veracruz tienen una dirección dominante hacia el norte, orientando las corrientes en esa misma dirección.

En cuanto a la magnitud de la velocidad de las corrientes, de acuerdo con los resultados de las simulaciones, mostraron que la magnitud de la corriente disminuye gradualmente en el SAR, de norte a sur, con valores máximos en superficie de 0.7 m/s en el norte y 0.45 m/s, en el sur. Lo mismo sucede en el fondo de la columna del agua.

En relación al desarrollo del proyecto, incidirá sobre la plataforma continental, cuyos sedimentos predominantes a lo largo del SAR son los limos, seguidos de las arenas.

En cuanto a la distribución de textura de los sedimentos se encontró que existe un predominio de limos muy gruesos a lo largo de la zona costera del estado de Veracruz a, distribuyéndose al sureste del estado y frente a la desembocadura del río Grijalva, en Tabasco.

Referente al tamaño de los sedimentos depositados en la plataforma continental del GM, son de granulometría variada que van desde arenas gruesas a limos y arena limosas, procedentes de la llanura costera del Golfo Sur, a través de los sistemas fluviales que drenan hacia la vertiente del Golfo, los cuales son incorporados al fondo marino debido a la acción del oleaje y las corrientes marinas.

En el caso del área del proyecto, la distribución de arena, limo y arcilla mostró que, en la zona costera, los sedimentos presentaron mayores porcentajes de arenas (>97%), principalmente al norte del Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT), y cerca de las desembocaduras de los ríos Tuxpan, Tonalá y Coatzacoalcos.

Con la finalidad de conocer si el proyecto causará la dispersión de sedimentos en el medio marino, se generaron las simulaciones de los modelos de dispersión por el método de apertura de zanja por succión e inyección de agua. Las simulaciones por succión mostraron que las concentraciones por overflow rebasarán los 50 mg/l. A medida que la pluma de dispersión es disipada por los procesos de advección de las corrientes, las concentraciones experimentan un decaimiento del 85% a una distancia aproximada de 5 km de los sitios de trabajo. Aproximadamente a los tres días de la remoción, las plumas de sedimentos se localizarán entre los 5 km y los 15 km del sitio de trabajo, moduladas por las corrientes litorales. En este tiempo las concentraciones ya alcanzarán valores similares a las concentraciones ambientales para el SAR, entre 10 mg/l y 15 mg/l.

Las simulaciones por inyección de agua, mostraron que la pluma de sedimento no es mucho mayor que la que se presentará por el overflow durante el método de succión. Esto se debe principalmente a que la emisión será en el fondo, donde las corrientes son de menor energía, alcanzando a depositarse rápidamente los sedimentos más gruesos como arenas. Los sedimentos más finos, y de mayor concentración a estas profundidades permanecerán por más tiempo en resuspensión sin llegar a alcanzar la zona fótica. En el caso del PNSAV, el perfil batimétrico mostró que el sitio, por donde se proyecta el cruce del ducto presenta una profundidad de 100 m, mientras que el límite del PNSAV, en su punto más cercano al ducto presenta una profundidad de 48 m, con una pendiente media entre los dos puntos de 0.88° (1.52%). Lo anterior, indica que el **proyecto está a una profundidad mucho mayor que el PNSAV, y la resuspensión de sedimentos que se genere por el tendido del ducto, no alcanzará al sistema arrecifal.**

En cuanto a la presencia de metales en el SAR, se debe a la introducción de contaminantes por aportes fluviales, en donde la cuenca del Grijalva Usumacinta es la fuente principal en adición,

las actividades industriales y comerciales que se han desarrollado en los complejos portuarios de Tampico-Madero, Altamira, Veracruz, Coatzacoalcos-Minatitlán, Dos Bocas y Ciudad del Carmen, han contribuido en gran medida al gran volumen de desechos tóxicos vertidos en las aguas del Golfo, incluyendo una gran variedad de metales (Villanueva y Botello, 1998).

En relación a la incidencia que podría tener el desarrollo del proyecto, con la resuspensión de sedimentos, y por consecuencia la liberación de metales a la columna de agua, se tiene que en general los metales tienden a estar presentes como iones metálicos libres en condiciones óxicas/ácidas, y precipitados sólidos en condiciones anóxicas/alcalinas (Stumm y Morgan, 1995). El pH ácido también puede impedir la retención de metales por parte de los sedimentos (Guven y Akinci, 2013). Los valores de pH medidos en campo (promedio  $7.87 \pm 0.06$ ) sugieren su potencial retención en los sedimentos o bien en material particulado, bajo condiciones experimentales Chou et al., (2018) demostraron que a un pH de 8 la liberación de iones metálicos fue mínima. Sí durante el tendido del ducto, las condiciones tienden a la acidez, lo cual es poco probable (pH=5) pudiera potencialmente haber una liberación de metales de los sedimentos al agua, por lo que se descarta la incidencia del proyecto en este proceso.

### **Biótico**

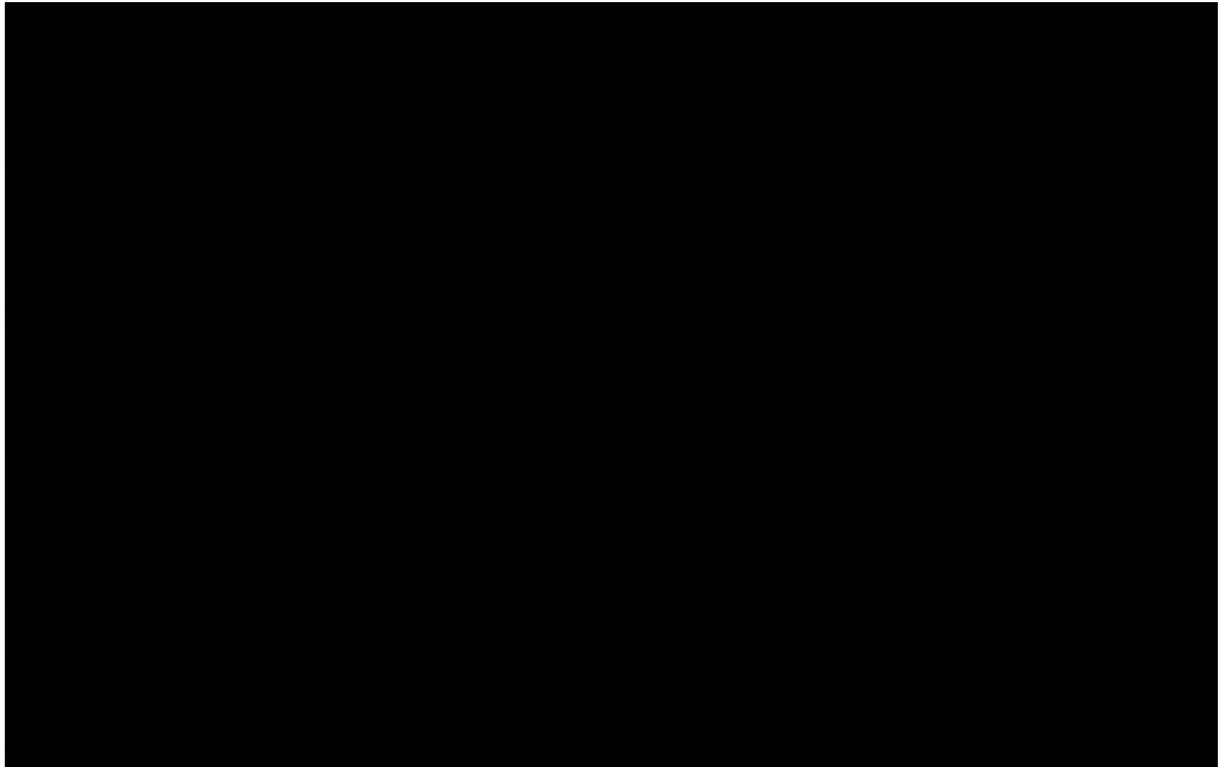
El proyecto incidirá en la parte externa de la plataforma continental (zona caracterizada por actividades petroleras), de la porción centro del Golfo de México, dentro de siete Regiones Marinas Prioritarias (RMP), todas con características de valor ambiental similares, en donde destacan los ecosistemas asociados a zonas terrestres como son playas de anidación de tortugas marinas, manglar, dunas costeras, humedales, lagunas costeras, marismas y esteros; así como ecosistemas completamente marinos como son zonas oceánicas, praderas de pastos marinos y zonas arrecifales. Al respecto, es importante puntualizar que el proyecto por su naturaleza y ubicación, no abonará a las problemáticas a las que se encuentran sujetos los ecosistemas de playas de anidación de tortugas marinas, manglar, dunas costeras, humedales, lagunas costeras, marismas y esteros.

Por otro lado, referente a los ecosistemas de arrecifes de coral, se tiene que el proyecto tampoco representa un riesgo o compromete su funcionalidad de manera directa o indirecta. Lo anterior, considerando los siguientes argumentos:

- El trazo del proyecto en ningún momento incide sobre arrecifes de coral.

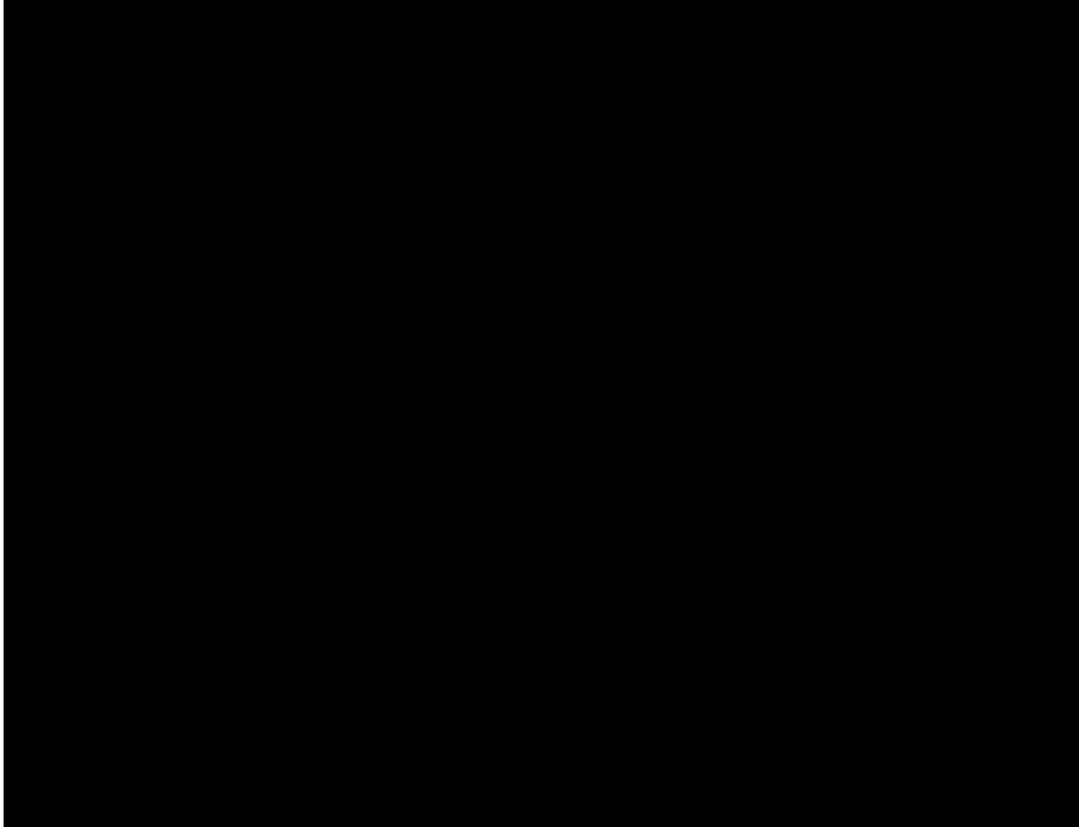
	<p>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	--	---

- El ducto se ubicaría a 6 km o más de distancia de las zonas arrecifales Lobos Tuxpan y Sistema Arrecifal Veracruzano, tal y como se puede ver en la siguiente imagen.



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

- La ubicación del ducto dentro de una isobata distinta respecto a la poligonal decretada y arrecifes de coral del PNSAV, se puede ver en la siguiente figura.



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

- La ejecución del proyecto en su proceso constructivo prevé técnicas preventivas que reducen la resuspensión de sedimentos, mismos que por su tamaño, características (limos medios) y velocidad de la corriente (muy baja), se verán rápidamente depositados, sin alcanzar las zonas arrecifales.

Por lo anterior, se puede asegurar que, dada la naturaleza del proyecto, su ejecución no compromete o afecta, de manera directa o indirecta, los procesos o componentes ambientales que determinan la estructura y funcionamiento de los arrecifes de coral, tales como; calidad del agua, corrientes marinas, sustrato, profundidad, incidencia de luz y temperatura.

Por otro lado, en lo que tortugas marinas corresponde, se tiene que durante los muestreos de campo se tuvo el avistamiento de un individuo de *Lepidochelys kempii*, mismo que fue lejos del trazo del proyecto, en el límite norte del SAR. Asimismo, se señala que derivado de la naturaleza del proyecto, métodos constructivos (*direct pipe*), así como sus características

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

físicas y ubicación, este no incidirá en la distribución, rutas o sitios de anidación y arribo de tortugas marinas.

Referente a mamíferos marinos, mediante los esfuerzos de muestreo, y a pesar de las dificultades generadas por las condiciones ambientales, se tuvo un total de cinco avistamientos repartidos en cuatro de los seis días efectivos de navegación. Las especies de mamíferos marinos registradas en los muestreos coincidieron con lo reportado por otros autores para la región nerítica sobre la plataforma continental del Golfo de México (Davis et al. 1998; Baumgartner et al. 2001; Ortega-Ortiz et al. 2004; Serrano et al. 2011; Ruíz-Hernández, 2014).

Cabe mencionar, que los avistamientos corresponden a la especie de delfín moteado del Atlántico, el cual se localizó principalmente en zonas alejadas de la costa y del trazo del proyecto, con profundidades mayores a 30 metros, mientras que los delfines nariz de botella fueron reportados en aguas someras (<30 m) cercanas a la costa, zona en donde el proyecto incide en menor medida (únicamente para su ingreso a tierra mediante el método *direct pipe*). Este patrón de distribución espacial registrado en el trabajo de campo ha sido descrito para otros estudios, en donde el delfín moteado del Atlántico prefiere hábitats con mayor salinidad y menor turbidez (Ortega-Ortiz et al. 2004), mientras que los delfines nariz botella tienden a concentrarse en sitios donde los sistemas frontales marcados favorecen un amplio gradiente de nutrientes y por tanto una mayor disponibilidad de alimento, tal como la desembocadura de ríos y lagunas costeras (Shane, 1990).

Finalmente, se tiene que las especies de mamíferos marinos que se desplazan sobre la plataforma continental son pocas y la mayoría son delfínidos, ya que la mayoría de las grandes ballenas se encuentran en aguas profundas del norte del Golfo de México; sin embargo, algunas especies grandes, como el cachalote, pueden acercarse al límite de la plataforma continental, en las áreas donde esta es más estrecha, como ocurre en Veracruz. En este sentido, el proyecto contempla una serie de medidas preventivas en caso de interactuar con especies de mamíferos marinos.

Por otro lado, se tienen dos condiciones identificadas dentro de la zona de estudio, y que corresponden a las siguientes: áreas más amplias de la plataforma continental, en donde prevalecen las planicies arenosas, sin evidentes afloramientos rocosos y con un perfil batimétrico relativamente homogéneo en donde la diferencia de profundidades es reducida o discreta, esta condición resulta ser la de mayor dominancia dentro de la zona de estudio; y la zona la zona más estrecha de la plataforma continental, en donde el perfil batimétrico se

muestra relativamente más accidentado con diferencia de profundidades más marcadas derivado de su cercanía al talud continental. Asimismo, se observan afloraciones rocosas que generan condiciones más heterogéneas. Cabe mencionar, que dicha zona, se ubica frente a la zona arrecifal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), en el cual el proyecto **no** tendrá incidencia, derivado de su ubicación en diferentes isobatas y profundidades con más de -60 m de diferencia, así como por las técnicas de instalación.

Es importante señalar que las dos condiciones identificadas para el área de estudio (SAR y área del proyecto), se evidencian plenamente mediante los perfiles batimétricos.

De las características dominantes dentro del trazo del proyecto, se tiene que las condiciones hidrológicas dentro de las planicies arenosas (ausencia de sustratos duros para fijación y fuertes corrientes marinas) limitan o inhiben el desarrollo de componentes ambientales como son flora y fauna. Caso contrario, en la zona frente arrecifes, en donde las geoformas adquieren relevancia para el establecimiento de flora y fauna.

Conforme a los trabajos de campo, de manera general para área de estudio (SAR y AP) el fitoplancton presentó una riqueza y diversidad alta en la mayoría de las estaciones, característica que es propia de las zonas costeras ( $H' > 3$  bits/ind), y que coincide con lo reportado para el Golfo de México por Orduña Medrano 2012. Asimismo, la distribución de la abundancia y riqueza entre los Fila registrados coincide con lo reportado por Merino-Virgilio et al. (2013), quienes describen una estructura similar en la zona de la isobata de 200 m en la Península de Yucatán.

Otra característica en común con los resultados del estudio de referencia es la alta abundancia de especies consideradas dulceacuícolas (Filo Cyanobacteria) en la zona marina, esto se relaciona con la presencia de ambientes epicontinentales que descargan en la zona. El Golfo de México se caracteriza por el alto número de sistemas estuarinos que se localizan en toda su orilla, sistemas con los que se tiene una comunicación constante (Contreras & Castañeda, 2004), y que influyen directamente sobre las condiciones ambientales con el aporte de nutrientes, y a las comunidades de fitoplancton al aportar especies consideradas dulceacuícolas y/o estuarinas, como es el caso de *Microcystis* spp. que alcanzó su mayor abundancia en las estaciones ubicadas frente a la laguna de Tamiahua.

Por otro lado, se tiene el efecto que los ambientes costeros tienen sobre la comunidad fitoplactonica, observando un aumento de la abundancia de algunas especies: como *Asterionelopsis glacialis*, alcanzando su mayor abundancia en la estación 23 frente a la

descarga del río Tonalá; *Skelletonema cf. costatum* junto con *Cylindrotheca closterium* con sus abundancias más altas ubicadas en la estación 28 frente al puerto de Dos Bocas; o el género *Guinardía*, que alcanzó su abundancia máxima en la estación 30, frente a la descarga del río Grijalva. Cabe mencionar que estos taxa junto con los géneros *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema* y *Gymnodinium*, son considerados posibles formadores de Floraciones Algas Nocivas (FAN), al contar con especies que pueden causar daño físico o envenenamiento en organismos, y han sido reportados con anterioridad para la zona durante todas las temporadas climáticas, principalmente para las costas del estado de Veracruz (Aké-Castillo et al., 2018; Aké-Castillo et al., 2014) y la Bahía de Campeche (Poot-Delgado & Guzmán-Noz, 2010).

Referente a la biomasa zooplanctónica, el promedio que se obtuvo en el presente estudio (17.9 g/100 m<sup>3</sup>) fue más alto a lo reportado por Zavala-García et al., 2016 para la primavera o “nortes” en las primeras cuatro regiones hidrográficas (de Veracruz a Tabasco), y relativamente similar con la región hidrográfica 5, frente a las costas de Campeche (promedio 18.0 g/100 m<sup>3</sup>). Asimismo, se tiene que la biomasa zooplanctónica que se registra muestra un incremento a medida que la toma de muestras avanza a las zonas hidrográficas 3 y 4 definidas por García-Córdova 2011 y Zavala-García et al., 2016, y las cuales caracterizan por tener valores intermedios y altos de biomasa zooplanctónica (promedios de 15 y 20 g/100 m<sup>3</sup>), alcanzando biomásas zooplanctónicas de 39.6 g/100 m<sup>3</sup> en algunas estaciones. Dicho incremento se observa desde la estación E16 (33.2 g/100 m<sup>3</sup>) hasta llegar a la estación E26 (22.6 g/100 m<sup>3</sup>), lo que podría estar relacionado a las descargas de aguas de los principales ríos de la zona, que provocan una alta productividad.

Cabe mencionar que de los 89 taxas que se registraron en el trabajo de campo, Copepoda, Ostracoda, Sagittidae, Luciferidae y Rhopalonematidae fueron los taxas dominantes con las densidades más altas en la comunidad, coincidiendo únicamente con los copépodos y quetognatos registrados por García-Córdova, 2011. Asimismo, de acuerdo con este mismo autor (García-Córdova, 2011), los registros obtenidos en el presente trabajo, muestra que la diferencia en la composición de los principales taxas podría deberse, entre otras cosas, a las variables ambientales, en lo que respecta a Copepoda, Ostracoda, Sagittidae y Luciferidae su presencia y distribución se encuentra determinada por la dinámica hidrológica regional, caracterizada por la influencia de las masas de agua y la alta productividad (Suárez-Morales, 1992; Gasca-Serrano y Suárez-Morales, 1996; Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna, 2003; García-Córdova, 2011; Cházaro-Olvera et al., 2017).

En cuanto a la alta densidad de zooplancton en la estación E4 (copépodos y ostrácodos), podría estar relacionado con una alta disponibilidad de alimento.

Por otro lado, el análisis de agrupamiento Bray-Curtis de dos vías mostró tres grupos de taxas, el primero que se caracterizó por tener las densidades altas, el segundo con densidades bajas y el tercero con densidades intermedias. En cuanto a las estaciones no se observó un patrón definido, como el observado por Zavala-García et al., 2016 con la biomasa zooplanctónica, lo que podría deberse a las altas fluctuaciones en la densidad de organismos registrados en cada estación.

Para el ictioplancton, se registraron 111 taxa, valor que se considera alto, sobre todo comparándolo con estudios en regiones aledañas a la misma en donde por ejemplo Sanvicente Añorve et al., (2000) registra en la zona litoral de Bahía de Campeche 18 taxa en primavera en una asociación denominada nerítica (ubicada al sur de Veracruz-Tabasco).

Como parte de los resultados del trabajo de campo, se encontró que las familias mejor representadas eran la Sciaenidae, Carangidae y Myctophidae, las dos primeras con taxa de hábitos de los adultos asociados a zonas costeras o de arrecife, y por otro lado los Mictófidis, de hábitos batipelágicos; esto concuerda con lo encontrado por Flores-Coto et al., 2009, quienes explican que en la región nerítica se presentan dos grupos de taxa, uno dado por los adultos que ahí se distribuyen y reproducen en la misma zona, como los de las familias Clupeidae, Engraulidae, Gobiidae, Carangidae, Sciaenidae y Gerreidae (Sanvicente-Añorve et al., 1998; Flores-Coto et al., 2009), y el otro por adultos que habitan la zona oceánica (Myctophidae y Gonostomatidae) (Flores-Coto y Ordoñez-López 1991), y que son transportados a la costa por los procesos de circulación. Cabe mencionar que las familias antes mencionadas, también se encuentran registradas en este monitoreo.

Para el caso de la familia Myctophidae, se encuentra en 11 de las 18 estaciones que conforman el Grupo II y se concentran en las estaciones al sur del área de estudio, frente al sur de Veracruz hasta Tabasco (al oeste de la Bahía de Campeche), y sólo se encuentran en las estaciones cerca del borde de la plataforma continental, justo en la zona donde presenta la influencia de la masa de agua del Golfo de México (GCW).

También se hizo el registro de huevos de peces, sus valores de densidad fueron elevados, incluso superiores a la densidad registrada de larvas de peces, y dicho resultado se puede explicar con lo descrito por Flores-Coto et al., 1988, quienes reportan que en el Golfo de México hay grandes abundancias de ictioplancton cerca de las zonas de influencia fluvio-

lagunar, áreas alejadas de la mayor ocupación del proyecto, ya que los adultos eligen dichas zonas como estrategia reproductiva. Estos parches de mayor densidad de ictioplancton pueden estar relacionados con sistemas de alta producción primaria generados por la descarga de aguas continentales ricas en nutrientes, constituyendo así áreas propicias para el desarrollo de las larvas de peces, lo cual coincide con González-Gándara *et al.*, 2013 y Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez 2016, quienes mencionan que la mayor riqueza ictiológica se distribuye alrededor de los sistemas dulceacuícolas, estuarinos y frente a ellos, lo cual es notorio al sur del área de estudio.

En cuanto a los aspectos biológicos del ictioplancton, la zona Norte, se caracterizó por tener menor densidad de larvas de peces, menor riqueza de especies y mayor cantidad de huevos, siendo una zona de reproducción. La alta densidad de zooplancton registrado en la zona norte, aportada principalmente por los copépodos y ostrácodos, podría estar relacionado con la disponibilidad del alimento, debido a los valores altos de abundancia del fitoplancton y la clorofila-*a* que se registraron en la zona norte, desde la estación E1 a la estación E5. Esto se puede observar en los perfiles verticales que exponen dicho incremento hasta llegar a los 50 metros de profundidad, y la relación con los valores altos de clorofila-*a* y oxígeno disuelto. En esta zona el fitoplancton presentó una alta abundancia en comparación con la zona Centro, y la mayor riqueza y diversidad promedio de todo el SAR.

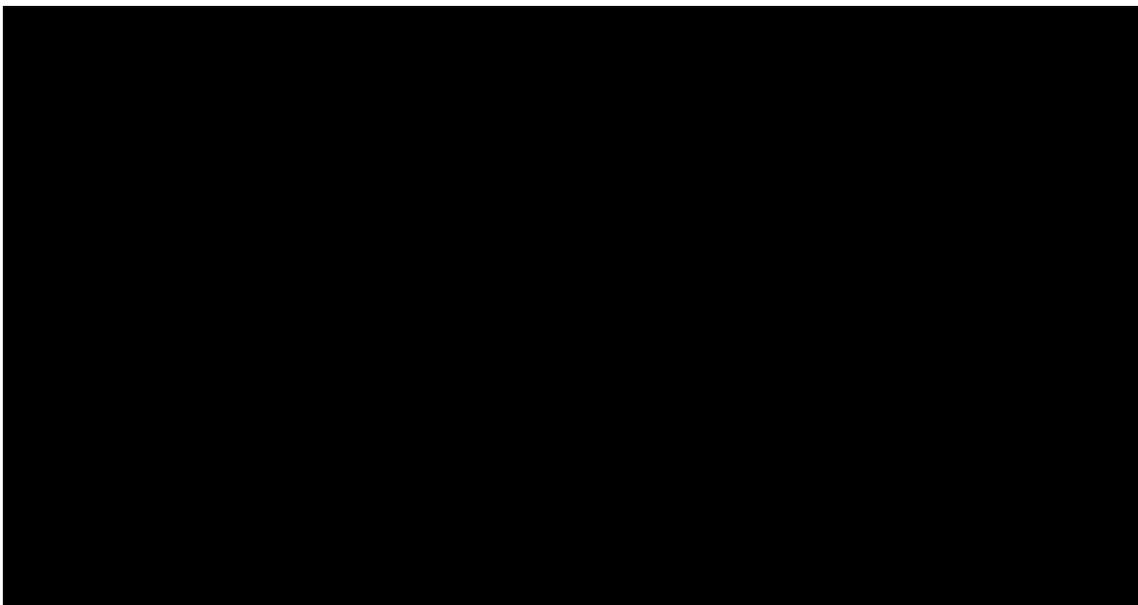
Para la zona Centro-Sur se registraron altas abundancias de fitoplancton tanto en las muestras *in situ* así como en las imágenes satelitales (Clorofila-*a*) debido a la alta disponibilidad de nutrientes por descarga de ríos y no ser un limitante para el crecimiento del fitoplancton (frente a las costas de Tabasco), donde presentó la mayor abundancia aunque con la menor diversidad promedio y la mayor dominancia de todo el estudio, lo que favorece la presencia de taxas que tuvieron las mayores densidades del zooplancton, aportando una mayor biomasa como los copépodos, que se alimentan principalmente del fitoplancton, y los ostrácodos que se alimentan de materia orgánica suspendida en el agua. Mientras que el ictioplancton registró también la mayor densidad y riqueza de especies, además de baja dominancia y alta equidad para las tres zonas y una mayor diversidad en la zona Centro.

Se puede decir que en algunas taxas que componen el zooplancton e ictioplancton de la zona Norte responde a la influencia de los "nortes" principalmente a las variables ambientales, mientras que las especies de la zona Sur, responde a la presencia de la masa de agua cálida y con mayor salinidad, proveniente del sur, mientras que la zona Centro es una zona de transición ya que no tuvo una relación con las variables ambientales, además de que presentó la menor densidad y biomasa para los grupos planctónicos (fito, zoo e ictioplancton).

Finalmente, para este monitoreo se pudo observar que la distribución y abundancia de larvas de peces estuvo determinada, en primer lugar, por el hábitat y área de desove seleccionada por lo adultos, para ser modulada posteriormente por las fuerzas hidrográficas predominantes (Nortes) y la estacionalidad.

De las zonas donde la plataforma continental presenta la mayor amplitud se tiene que la estructura de las asociaciones del bentos se pueden relacionar, entre otros factores, con las características geológicas, sedimentológicas y químicas como el tamaño de partículas y la composición de los sedimentos (Hoz-Zavala *et al.*, 2003). La abundancia de materia orgánica, detrito y contaminantes contribuye a que los sedimentos se vuelvan más reducidos. La composición y características granulométricas del sedimento son en este caso, además de la profundidad, factores que deben influir en las similitudes entre estaciones, de acuerdo con Carvalho *et al.* (2013); Quintanar-Retama *et al.* (2022), de ahí que el patrón de distribución de los organismos analizados no se segregue claramente en el espacio multidimensional.

Mediante la siguiente imagen se muestra el perfil batimétrico del trazo del proyecto, tipo de sustrato dominante y dominancia de los componentes macro bentónicos registrados.



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

Básicamente todos los grupos identificados mediante los trabajos de campo se distribuyen de manera heterogénea dentro del área de estudio, sin que se pueda identificar un aparente preferencia o asociación al tipo de sustrato. No obstante, se señala que la bibliografía indica

que el sustrato es un componente relevante o determinante para el establecimiento y desarrollo de organismos bentónicos.

Por otro lado, se tiene que la distribución de todos los grupos dentro del área de estudio, refleja que existe una determinada homogeneidad en las condiciones ambientales mismas que permiten dicha distribución, a excepción de aquella zona frente al PNSAV, donde la dominancia corresponde al grupo de poliquetos y las condiciones batimétricas son distintas.

Finalmente, es importante considerar, al igual y como lo marcan las referencias bibliográficas, que la distribución y abundancia de la fauna bentónica también está asociada o determinada por otros factores, como son profundidad, corrientes marinas, aportación de nutrientes, calidad de la columna de agua, entre otros. En este sentido, si bien no es posible determinar los patrones de distribución o abundancia considerando el tipo de sustrato, si es posible presumir conforme al perfil batimétrico que a menor profundidad la diversidad de componentes bentónicos es relativamente mayor.

Por otro lado, en lo que a macrofauna bentónica corresponde mediante los trabajos de campo realizados en el área más estrecha de la plataforma continental dentro del Golfo de México (frente al Sistema Arrecifal Veracruzano), se identificó el orden de Cnidarios antipatarios, conocidos como corales negros, tal como las especies *Stichopathes luetkeni*, *Antipathes* sp. y *Tanacetipathes* sp. Cabe señalar, que ninguna de las especies de coral registradas en esta zona se presenta o es componente típico de los arrecifes superficiales, lo cual es relevante ya que se ha indicado por algunos autores que las comunidades de corales de fondo podrían ser el reservorio para una eventual recuperación de arrecifes superficiales deteriorados, no siendo este el caso.

Referente a la especie *Stichopathes luetkeni*, la cual obtuvo el mayor número de registros o abundancia dentro de los sitios muestreados, sin que esto impliquen camas de coral negro como regularmente se conocen, corresponde a una especie cosmopolita de crecimiento relativamente rápido, con distribución en el atlántico occidental en Florida, Bahamas, Mar caribe y Golfo de México a lo largo de desniveles, en zonas con fuertes corrientes.

Especialmente las especies del género *Stichopathes* han mostrado altas proporciones de sobrevivencia, esto favorecido por signos de fragmentación del esqueleto, aun cuando la probabilidad de fijación de los fragmentos al sustrato es baja. Por otro lado, se tiene que los pólipos del coral negro secretan un material proteico llamado antipatharin, mejor conocido

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

como corallum, el cual no es de origen calcareo, por lo que no se consideran corales formadores de arrecifes (Padilla, 2000).

Los corales escleractinios no determinados en este estudio corresponden a corales ahermatípicos y azooxantelados, es decir, al igual que *Stichopathes* son corales pétreos que no contribuyen a la formación de arrecifes, además de que no presentan la asociación (simbiosis) con las algas fotosintéticas debido a la baja cantidad de luz que penetra a esa profundidad (Muller-Parker y D'Elia. 1997; Kaiser *et al.*, 2005).

Cabe puntualizar, que la presencia de corales negros dentro de la zona de muestreo, en ningún momento corresponde a arrecifes de coral o camas de coral negro, lo anterior derivado de sus capacidades biológicas (no formadores de estructuras calcáreas o arrecifales), así como la configuración y distribución de los individuos, considerándose estos dispersos y aislados en la mayoría de los casos.

Finalmente se tiene que las especies encontradas ninguna se encuentra listada en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, en la zona de estudio se encontraron registros bibliográficos de 642 especies de peces óseos, pertenecientes a 25 órdenes y 118 familias. Estos organismos habitan en diversos ambientes, incluyendo el estuarino, costero y nerítico. Por otro lado, 251 de esas especies se encuentran en arrecifes, 171 habitan en la zona costera, incluyendo los cuerpos costeros (Froese y Pauly, 2021), y son tanto de hábitos pelágicos como demersales, entre estas últimas se encuentran los pargos, serránidos, roncós, etc., mientras que entre los asociados a arrecife destacan las anguilas y morenas, blénidos, góbidos, lábridos, doncellas, sapos y múlidos, entre otros. Algunas especies son marinas (ej. jureles, pajarito, volador, sardinas), y otros se desplazan entre la costa y el estuario (robalos, bagres, etc.).

Cabe mencionar que ninguno de estos organismos está incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOF, 2019).

Es importante reiterar que derivado de la naturaleza del proyecto, ubicación, técnicas y proceso constructivo previene la afectación a los diferentes componentes ambientales, incluyendo peces óseos y sus movimientos migratorios. Adicional a esto se tiene que el proyecto pretende la implementación de programas y medidas de prevención, mitigación y compensación mediante las cuales se asegura el mantener el equilibrio ecológico y continuidad de los procesos.

Referente a los recursos pesqueros en la región, incluido el SAR y área del proyecto, se considera cuenta con una gran variedad de peces; sin embargo, la diversidad más alta ocurre en zonas costeras y arrecifales, las cuales no serán afectadas. Los elasmobranquios, en particular los tiburones, están en diversos grados de riesgo; no obstante, la principal amenaza son las pesquerías tanto dirigidas, como incidentales.

La pesca ribereña es multiespecífica, se realiza principalmente en los ambientes costeros y estuarinos, así como en aguas marinas cuya profundidad es menor a 50 m, por lo que el proyecto no tendrá mayor interacción; este es el caso de la mayoría de las especies más valiosas de peces (robalos, chucumites, guachinangos, pargos), moluscos (ostión, pulpo) y crustáceos (camarón de “estero”, jaiba). La mayoría de los caladeros de los pescadores artesanales dedicados al tiburón están ubicados en las cercanías de sistemas arrecifales, por lo que el proyecto no tendrá incidencia.

Las comunidades con mayor actividad pesquera artesanal se encuentran en los municipios aledaños a grandes lagunas costeras y estuarios (p. ej. Tamiahua, Alvarado, Cárdenas), donde la diversidad de ambientes (estuarinos, costero, lacustre, etc.) propicia una mayor diversidad y cantidad de recursos disponibles para la pesca, ecosistemas que no serán afectados por el desarrollo del proyecto.

La captura de atún y otros peces pelágicos mayores se efectúa fuera de la plataforma continental, aunque circunstancialmente podría llegar a interactuar con el proyecto, esto sería únicamente en la etapa constructiva, es decir de manera temporal, en particular durante la primavera, cuando los barcos trabajan al sur del paralelo 21 °N. Respecto al camarón la flota pesquera trabaja principalmente en aguas menores a 80 m, pudiendo llegar al límite de la plataforma continental; sin embargo, las áreas de pesca más importantes se encuentran frente a Laguna Madre (Tamaulipas) y el norte de Veracruz, en donde el proyecto no incide.

Finalmente, si bien, los estudios realizados, así como los resultados obtenidos de los esfuerzos de muestreos son considerados válidos para la zona de estudio, es importante tener en cuenta que la variabilidad estacional de las condiciones hidrológicas del Golfo de México, en donde se incluye el SAR y área del proyecto, no solo determina la presencia o ausencia de ciertas especies de fauna marina, sino también modula la abundancia espacial y temporal de las mismas.

## **Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional**

Ya fue expuesto que el proyecto contempla el emplazamiento de un ducto para el transporte de gas natural en el fondo del medio marino, por lo que no tendrá afectaciones al ambiente durante su operación y mantenimiento, así como tampoco durante la preparación del sitio, por lo que las afectaciones se presentarán solo en la etapa de construcción, donde se requerirán realizar diversas actividades para la instalación del ducto.

Derivado de las obras y actividades que se pretenden desarrollar con el proyecto, se determinó que los procesos ambientales y algunos componentes del SAR no serán afectados por el proyecto, tales como son: los arrecifes superficiales pertenecientes a los Sistemas Arrecifales Lobos Tuxpan y Veracruzano, la línea de costa, flora marina o paisaje, por los métodos constructivos que se contemplan.

Con la identificación de las actividades que generarán impactos ambientales y los componentes ambientales que serán susceptibles de afectación, se identificaron los siguientes impactos ambientales: modificación de la calidad de la columna de agua marina, modificación de la calidad del aire, modificación del confort sonoro, modificación del hábitat de bentos, afectación a individuos bentónicos y afectación a otros individuos (necton), de los cuales mediante la metodología seguida, ampliamente reconocida en materia de evaluación de impactos ambientales, resultaron impactos de significancia moderada, irrelevante y no significativa.

En este sentido ningún impacto ambiental será significativo como lo establece la Fracción IX del Artículo 3° del REIA, ya que, la dinámica que existe en el medio marino, donde las corrientes y resiliencia de los organismos marinos permitirán que las modificaciones que se presentarán por el proyecto sean temporales y reversibles, por lo que las obras y actividades del proyecto no ocasionarán un cambio en el funcionamiento y estructura del SAR, y ninguno comprometerá la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en él.

Lo anterior sustentado con base en los análisis de campo, donde se determinó, mediante la modelación de transporte de sedimentos, que el impacto a la calidad de la columna de agua por la resuspensión de sedimentos no será significativa por su temporalidad, por los tipos de métodos constructivos que se realizarán, así como por el empleo de la válvula verde. Por otro

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

lado, el impacto a la calidad del agua por la prueba hidrostática o fuga incidental de combustible, serán temporales, reversibles y recuperables.

Así mismo, mediante el trabajo de campo se identificó que, si bien, con la instalación del gasoducto se afectarán individuos bentónicos y pudiera presentarse una afectación circunstancial con individuos nectónicos, en ningún momento se comprometerán sus poblaciones. La macrofauna bentónica identificada en el área del proyecto, siendo los poliquetos y crustáceos los más predominantes, forman comunidades resilientes, por lo que, tenderán a la recolonización, siendo una afectación temporal, reversible y recuperable.

Aunado a lo anterior, se contempla la actividad de enrocamiento, lo que podrá brindar condiciones para el posterior establecimiento de los organismos, ya que proveer de un sustrato duro como el del material pétreo, puede beneficiar creando áreas de oportunidad para los organismos sésiles como son los corales de fondo y esponjas.

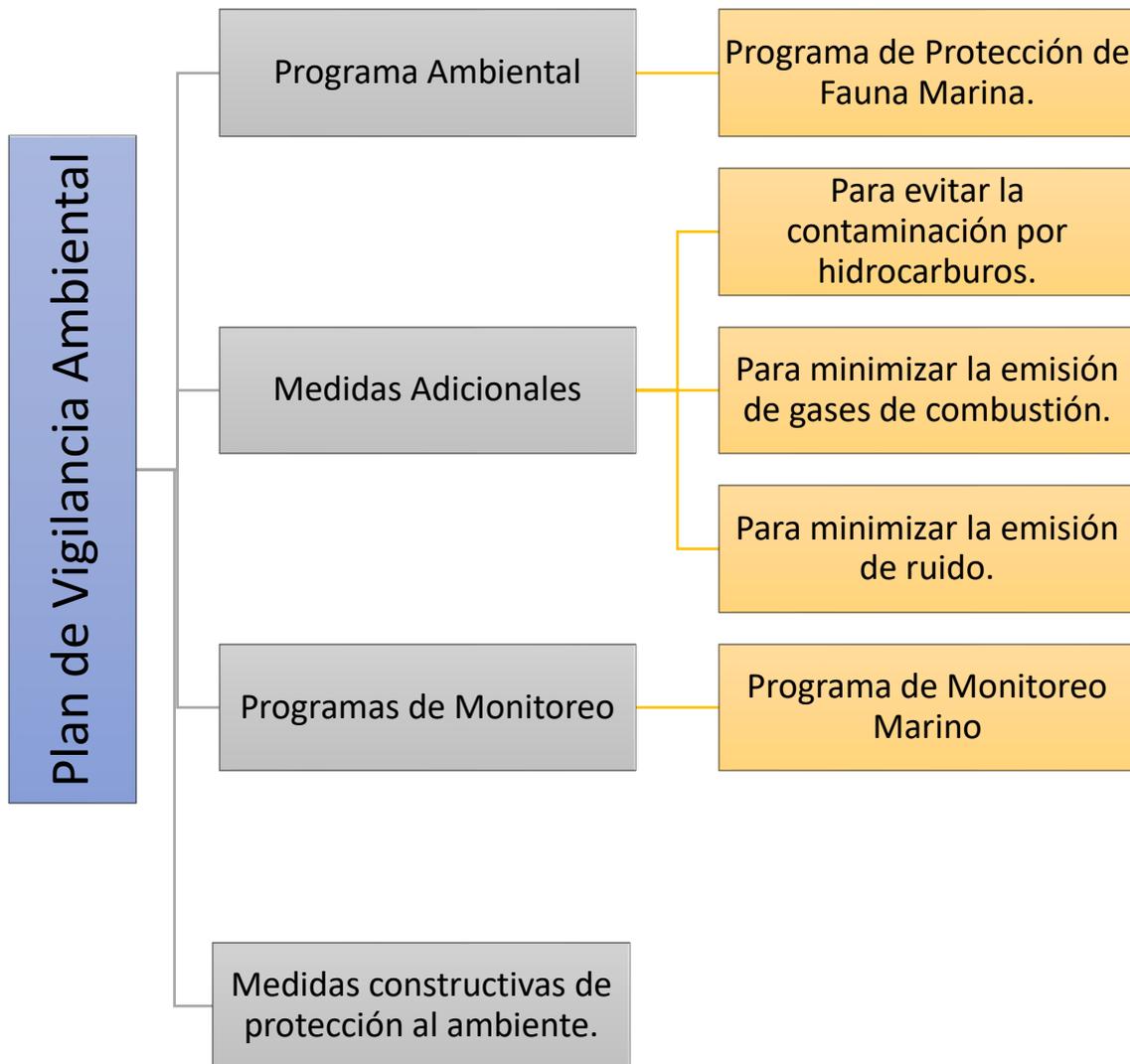
Bajo el contexto anterior, y dado que el gasoducto ocupará de manera permanente solo un metro de ancho de toda la plataforma continental, el único impacto residual será la modificación del hábitat de bentos y solo se identificaron tres impactos acumulativos: modificación de la calidad de la columna de agua marina (por el zanjeo), afectación a individuos bentónicos y afectación a otros individuos (necton), sin que ninguno de ellos sea significativo, ya que no se ajustan a los supuestos establecidos como impacto significativo, por lo que no comprometerán la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en el SAR. No obstante, independientemente de la significancia de los impactos evaluados, se implementarán medidas que se detallan en el Capítulo VI.

## Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

Al realizar la **Evaluación de Impacto Ambiental** se estiman los efectos negativos que el desarrollo de un proyecto trae consigo hacia el ambiente. A partir de esta estimación, los impactos ambientales identificados deberán evitarse o reducirse al mínimo posible a través de la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias de acuerdo con el Artículo 30 de la LGEEPA, buscando primordialmente la prevención de los impactos ambientales, para asegurar la mínima afectación, dando preferencia a evitar el impacto, sobre la reducción o compensación.

En relación a lo anterior, y una vez que se han identificados y evaluados los impactos ambientales previstos a generar por el proyecto, los cuales en su mayoría resultaron ser “No significativos o Irrelevantes”, en el Capítulo VI se describen las medidas preventivas y de mitigación, asociadas directamente a la atención de cada uno de ellos, las cuales se integran en el denominado **Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)**, que establece los parámetros para el seguimiento de la correcta ejecución de todas las acciones y medidas ambientales diseñadas para atender los impactos ambientales previstos a generar por el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas y, de esta forma, asegurar un desempeño ambiental adecuado durante la vida útil del proyecto facilitando la generación de información confiable sobre el impacto real.

El **PVA** del proyecto está conformado por un *Programa Ambiental* (el cual conjunta varias medidas ambientales implementadas bajo un protocolo específico y con un seguimiento basado en indicadores ambientales), por *Medidas Adicionales*, acciones que, al no requerir una metodología específica para su implementación, se abordan como medidas independientes, y por un *Programa de Monitoreo*, el cual está diseñado para verificar la conservación y mantenimiento de diferentes componentes ambientales y la dispersión efectiva de los impactos potenciales a generar. En la siguiente figura se muestra la estructura del Plan de Vigilancia Ambiental.



*Estructura del Plan de Vigilancia Ambiental del proyecto.*

## **Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas**

Un pronóstico ambiental permite predecir las características futuras del ambiente, mediante la relación de variables que están interactuando, el pronóstico ambiental del proyecto permitirá tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR, así como del área del proyecto. Por lo anterior, en este capítulo se presentan tres escenarios ambientales, siendo estos: 1) Escenario actual sin la implementación del proyecto, 2) Escenario con la implementación del proyecto y sin medidas de mitigación, y 3) Escenario con la implementación del proyecto y con medidas de mitigación.

Dadas las características del proyecto, éste tendrá incidencia sobre la zona costera y marina, sin embargo, no habrá impactos que considerar en el área costera, de manera que los escenarios se enfocan únicamente al medio marino donde se instalará el proyecto. En este contexto, las condiciones actuales en el SAR y área del proyecto presentan modificaciones por las actividades antropogénicas, como las actividades comerciales, industriales y de hidrocarburos que se realizan principalmente en las principales terminales marítimas en los puertos de Veracruz, Coatzacoalcos, Tuxpan y Dos Bocas.

La presencia de los barcos y buques ha modificado la calidad atmosférica y el confort sonoro por la emisión de gases producto de combustión y por el ruido generado durante el tránsito dentro del SAR. A pesar de lo anterior, la calidad del agua se clasifica en la zona como de excelente calidad, sin embargo, los valores de turbidez se ven incrementados por el aporte de sólidos suspendidos, en las áreas con influencia de ciudades portuarias y las desembocaduras de ríos importantes como Coatzacoalcos y Tuxpan. Es en estos últimos sitios donde se demuestra la influencia de la zona costera, por la diversidad de fitoplancton. Además de las condiciones abiótica al interior del SAR y en el área del proyecto, se puede observar que los sustratos no son los propicios para el desarrollo de fauna bentónica, sin embargo, se tienen registros de algunas especies bentónicas y la aparición ocasional de fauna nectónica.

Con la implementación del proyecto y sin medidas de mitigación se prevén afectaciones a la calidad atmosférica y al fondo marino, las cuales serán temporales y limitadas a las áreas con actividades, siendo que las emisiones de gases de combustión y ruido provenientes del uso de buques, maquinaria y equipos, operando por momentos y áreas definidas, se sumarán a las emisiones que se tienen en la actualidad al interior del SAR por el tránsito de buques y embarcaciones y que influye en la calidad atmosférica. El fondo marino se estará modificando de manera temporal, ya que se conformarán zanjas sobre las que se colocará el ducto que

posteriormente, por acción de las corrientes marinas presentes en el fondo oceánico, se estará cubriendo con sedimentos, de manera que una vez terminadas las actividades se permitirá la regeneración natural del área y ésta regresará a su estado original, sin apreciarse las excavaciones realizadas.

Adicionalmente, con la implementación de las medidas de mitigación se prevendrán o minimizarán las afectaciones a la calidad del aire y al confort sonoro, como son el mantenimiento a los buques, equipo y maquinaria utilizados para la instalación del ducto para que cumplan con la normatividad correspondiente a las emisiones de gases de combustión y ruido. En caso de presentarse alguna fuga accidental de hidrocarburos, se contemplan los protocolos de atención a emergencias de derrames de hidrocarburos que tienen los contratistas de las embarcaciones en sus lineamientos de operación, mismos que se disponen de acuerdo con el Convenio Marpol así como con las condicionantes de operación que tengan los contratistas con ASIPONA y SEMAR. La implementación de la válvula verde durante el zanjeo para la instalación del ducto, permitirá disminuir hasta en un 60% la turbidez del agua producto del rebosamiento que regresa al mar durante las actividades de succión, lo que a su vez disminuye la dispersión de la pluma de sedimento. Estas acciones permitirán minimizar la afectación a la calidad del agua.

En tanto que para disminuir la afectación a la fauna marina, se contempla controlar la velocidad de las embarcaciones, que no estén involucradas en el tendido e instalación del ducto, para prevenir posibles daños a la fauna y permitir su desplazamiento oportuno, además este se reforzará por medio del uso de cadenas cosquilleras con las que se ahuyentarán a individuos que todavía permanezcan en las áreas de trabajo ( usadas comúnmente para ahuyentar a las tortugas).

Finalmente, se realizará el monitoreo de los parámetros en la calidad del agua, con lo que se definirán la línea base de dichas condiciones y podrán ser referenciadas con respecto a las normas aplicables, en el caso de la fauna, como una acción para maximizar el conocimiento sobre las condiciones de ésta en el área del proyecto se realizará el monitoreo de la fauna bentónica, con los que se permita observar la colonización o recolonización de las áreas modificadas por las obras, en especial en el área de enrocamiento.

Con la implementación del proyecto se producirán cambios en algunos componentes pero serán temporales y con la implementación de las medidas se prevendrán o minimizarán los impactos previstos a generar por el desarrollo del proyecto, haciéndolo ambientalmente viable; además, el proyecto al transportar gas natural, coadyubará a su vez a disminuir las

	<p><b>TRANSPORTADORA DE GAS NATURAL DE LA HUASTECA S. de R.L. de C.V.</b></p> <p>MIA-R Gasoducto Extensión Sureste "Etapa II"</p>	
---	---	---

emisiones de gases producto de la combustión de combustibles fósiles, lo que a su vez contribuirá en el cumplimiento de compromisos ambientales.