ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
1.1. INTRODUCCIÓN 2
1.2. PROYECTO 2
1.2.1. Nombre del proyecto 2
1.2.2. Ubicación del proyecto. 2
1.2.3. Tiempo de vida útil del proyecto 3
1.2.4. Presentación de la documentación legal 3
1.3. PROMOVENTE 3
1.3.1. Nombre o razón social 3
1.3.2. Registro federal de contribuyentes del promovente 4
1.3.3. Nombre representante legal 4
1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal 4
1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4
1.4.1. Nombre o razón social 4
1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes. 4
1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio 4
1.4.4. Dirección del responsable técnico del estudio 4

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este capítulo es aportar los datos básicos que permitan la identificación del proyecto y una primera aproximación de su entorno, asimismo, proveer de los siguientes datos administrativos para dar seguimiento del trámite en evaluación

En este sentido, a continuación, se presentan los datos generales del **Proyecto TRANS AMERICAS FIBER SYSTEM MÉXICO (en adelante el Proyecto)**, que a través de la presente se somete al proceso de evaluación de impacto ambiental modalidad particular, así como los datos del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

1.2. PROYECTO

El Proyecto que permitirá fortalecer las comunicaciones, ya que forma parte de un sistema de cable que atraviesa los océanos Atlántico y Caribe entre Vero Beach, Florida, EE. UU., y Butler Bay, St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos (USVI), así como con infraestructuras de telecomunicaciones similares a nivel mundial. Tiene por objeto la instalación de cables de fibra óptica a lo largo de un segmento tropical principal de aproximadamente 2166 kilómetros de una ruta planificada a través de las aguas territoriales.

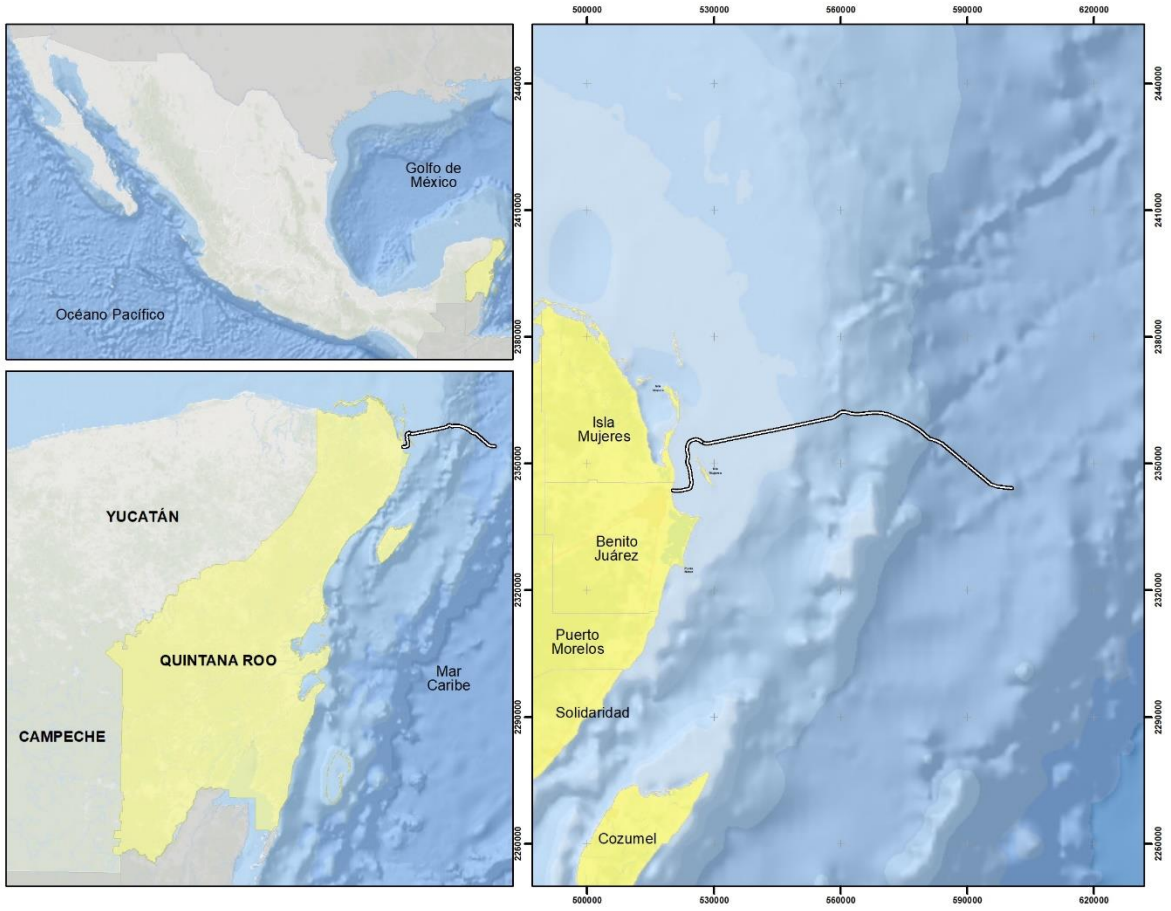
1.2.1. Nombre del proyecto

TRANS AMERICAS FIBER SYSTEM MÉXICO

1.2.2. Ubicación del proyecto.

La ruta que comprende el desarrollo del Proyecto, se ubica en la zona marina y costera del Caribe mexicano y tocará tierra en el Estado de Quintana Roo (Figura 1.1).

Figura 1.1. Ruta del Proyecto.



1.2.3. Tiempo de vida útil del proyecto

25 años

1.2.4. Presentación de la documentación legal

La documentación legal que se encuentra en el Anexo 1.1 “Documentación Legal” incluye:

[redacted]

[redacted]

1.3. PROMOVENTE

1.3.1. Nombre o razón social

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.4. Dirección del promovente o de su representante legal

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.4.1. Nombre o razón social

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Los especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración de la MIA-P se enlistan en la Tabla 1.1. Cabe destacar que si bien, la empresa [redacted] es la responsable técnica de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, los datos presentados en este estudio relativos al diseño de proyecto y procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento fueron proporcionados por la empresa promovente.

Tabla 1.1. Especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración de la MIA-P.

Empresa	Especialidad
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Planificación ambiental, evaluación de impacto ambiental, ecología y manejo de la zona costera, supervisión y manejo ambiental de proyectos turísticos costeros.
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Manejo integral de recursos naturales y biodiversidad; Política pública y ambiental
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Geografía, SIG y generación de cartografía.
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Evaluación de impacto ambiental y coordinación de la integración de la MIA-P
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Vinculación legal del proyecto con los instrumentos normativos y de ordenamiento aplicables
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Evaluación de Impacto Ambiental e integración de la MIA-P
Especialistas responsables del diseño del proyecto	Evaluación de Impacto Ambiental e integración de la MIA-P

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
2.2.1 Naturaleza del Proyecto 4
2.1.2 Selección del sitio 4
2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 7
2.1.3.1 Sección Terrestre 7
2.1.3.2 Sección Costera 9
2.1.3.3 Sección Marina 9
2.1.4 Inversión requerida 9
2.1.5 Dimensiones del proyecto 10
2.2 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS 10
2.3 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIO REQUERIDOS 11
2.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 11
2.4.1 Programa de trabajo 11
2.4.2 Representación gráfica regional 11
2.4.3 Representación gráfica local 13
2.4.4 Dimensiones del Proyecto 14
2.4.4.1 Tipo de cable 14
2.4.5 Preparación del sitio 17
2.4.6 Construcción. 17
2.4.6.1 Construcción en zona terrestre 18
2.4.6.2 Construcción en zona marina 19
2.4.6.3 Equipo Especializado 22
2.4.7 Operación y mantenimiento 26
2.4.8 Etapa de abandono del sitio 27
2.5 Utilización de explosivos 27
2.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 27
2.6.1 Residuos sólidos 28
2.6.2 Residuos líquidos 29
2.6.1 Emisiones a la atmósfera 29

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto **TRANS AMERICAS FIBER SYSTEM MÉXICO** (en adelante el Proyecto) forma parte de un sistema de cable, con el segmento troncal principal de 2166 km que atraviesa los océanos Atlántico y Caribe entre Vero Beach, Florida, EE. UU., y Butler Bay, St. Croix, Islas Vírgenes de los Estados Unidos (USVI). En el territorio mexicano, tendrá una extensión de 99.09km sobre el mar Caribe, bordeando el territorio de Isla Mujeres y tocará tierra en Cancún, Estado de Quintana Roo sobre la playa del niño.

Trans Americas Fiber System (Figura 2.1) está construyendo y operará una red submarina de fibra óptica de última generación que ofrece servicios de alta conectividad y baja latencia para operadores de telecomunicaciones, proveedores de contenido, gobiernos y usuarios de Internet[1].

Figura 2.1. Esquema de la Red Trans Americas Fiber System.



Fuente: Ruta de la red TAFS en Sistema de cable | Fibra Trans Américas (transamericasfiber.com)

Con base en lo anterior, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) se solicita la autorización en la materia para el tramo de tendido de fibra óptica submarina del Proyecto que pasa y conecta al territorio mexicano, es decir desde el pozo de amarre (o Beachman hole) hasta el límite del mar territorial. Los detalles del Proyecto en cuanto a su ubicación, extensión y obras y actividades relativas a los procesos de instalación del cable, tanto submarinos como en tierra, se describen con detalle a continuación.

[1] Acerca de | Fibra Trans Americas (transamericasfiber.com)

2.2.1 Naturaleza del Proyecto

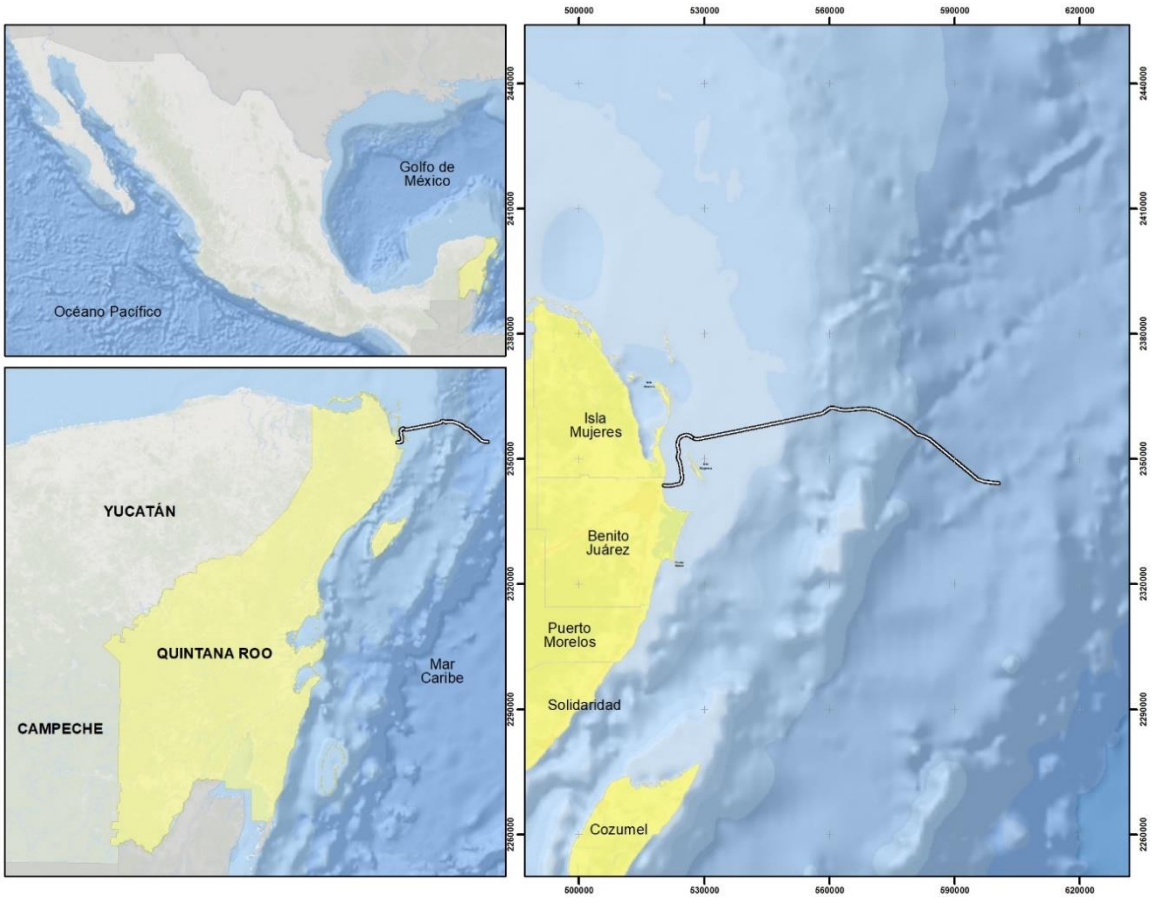
Como se mencionó en el Capítulo 1, el Proyecto consiste en la instalación submarina de un cable de fibra óptica, de un diámetro promedio máximo de 0.3 m a lo largo de una ruta planificada de aproximadamente 99.09 km, a través de las aguas territoriales del Caribe Mexicano y obras terrestres en el territorio de Cancún, en el Estado de Quintana Roo. En general, este sistema de cable de fibra óptica propuesto tiene dos segmentos de instalación: la ruta marina y el aterrizaje del cable (ruta terrestre).

El desarrollo del proyecto es necesario como consecuencia de la creciente demanda de telecomunicaciones a nivel mundial. También, la dinámica económica mundial, el crecimiento de las tecnologías de información y comunicación y el avance tecnológico de aplicaciones basadas en Internet hacen que el tráfico de las telecomunicaciones crezca a un paso incesante. Por otro lado, gran parte de la actividad económica mundial depende de la industria de las telecomunicaciones y el acceso a Internet de alta velocidad es fundamental para el desarrollo de las sociedades en la actualidad.

2.1.2 Selección del sitio

La ruta que comprende el desarrollo del Proyecto, se ubica en la zona marina y costera del Caribe mexicano y tocará tierra en el Estado de Quintana Roo (Figura 2.2).

Figura 2.2. Ruta del Proyecto.



Para la definición del sitio es necesario considerar que los sistemas de cable de fibra óptica son elementos de la infraestructura de comunicaciones que abarcan todo el globo terrestre. Para garantizar su funcionamiento, deben conectar las redes nacionales con enlaces internacionales. Las conexiones deben ser eficientes y económicas, lo cual condiciona que se seleccione la mejor ruta hacia las costas, incorporando elementos de seguridad, confiabilidad y baja intervención del medio marino.

Por lo anterior, la ruta seleccionada garantiza la menor afectación posible al lecho marino y las comunidades bióticas existentes en la región además de que, por sus condiciones, representa la zona de mayor protección del cable a largo plazo. Para la definición del sitio, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de selección previos al establecimiento de la ruta final proyectada.

- Condiciones del lecho marino: la ruta debe contar con áreas con substratos blandos que permiten enterrar el cable reduciendo el riesgo de afectación.

- Sensibilidad ambiental: en el área deben predominar zonas con baja sensibilidad ambiental. En áreas de substratos blandos se perturban principalmente los sedimentos del fondo, y con ello comunidades bentónicas de baja diversidad, las cuales se regeneran y recolonizan áreas rápidamente. Se evitan áreas sensibles como arrecifes coralinos, pastos marinos y zonas de manglar. En la parte terrestre el punto de conexión en playa (pie de concreto) propuesto evita áreas naturales protegidas y zonas protegidas.

- Áreas restringidas: se deberán evitar áreas que por razones de seguridad no pueden ser atravesadas.

Para definir la ruta del cable y las características particulares del mismo en cada segmento del Proyecto, se trabajó en dos etapas:

1. Trabajo de gabinete – consistió en la revisión detallada de todos los factores que pudieran afectar la ruta del cable, incluyendo aspectos físicos, ambientales, socioeconómicos y legales.

2. Trabajo de campo – consistió en la realización de prospecciones en las secciones costeras, marinas y terrestres, así como estudios batimétricos, de corrientes, topográfica y caracterización biótica de la ruta propuesta.

Asimismo, la ruta del cable fue definida de tal manera que evita al máximo áreas de pesca, bancos de coral, áreas con relleno de excavación, cables abandonados o ruinas, áreas de concesiones de petróleo y gas y áreas restringidas (como Áreas Naturales Protegidas y zonas de manglar).

De este modo es posible asegurar que el cable –como se verá más adelante en la descripción del proceso de instalación- será enterrado, fijado o protegido de forma adecuada (a profundidades menores o iguales a 1000 m), o depositado directamente en el lecho marino (profundidades mayores a 100 m). La ruta propuesta garantiza la no afectación de hábitats sensibles, así como evitar áreas que puedan representar riesgos a la instalación del sistema o la perturbación de otros cables pre-existentes, por ejemplo, antiguos cables telegráficos o de fibra óptica.

Para la selección del sitio de aterrizaje del cable o Landing Point (LP, por sus siglas en inglés) y la ubicación del pozo de amarre (BMH, por sus siglas en inglése) en tierra y el punto de conexión en playa (pie de concreto, concrete foot), se seleccionó al sitio denominado “Playa del niño” (Figura 2.3) como el más viable para la conexión del cable submarino a tierra, debido a que:

- No colinda con ningún área natural protegida.
- No se reportan pastos marinos en su zona marina adyacente.
- No existen megarrizaduras submarinas cercanas.
- No tiene áreas de fondeo frente a la costa.
- No presenta inconvenientes técnicos para la construcción de ductos en zona de playa.
- No presenta problemas de acceso a la playa.
- Cuenta con infraestructura cercana que facilita la logística del proceso de instalación.

Figura 2.3. Sitio de Aterrizaje del cable.



2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se localiza en la porción territorial del mar Caribe mexicano, circundante al territorio de Isla Mujeres y tocando tierra en Cancún, Quintana Roo sobre la Playa del niño.

2.1.3.1 Sección Terrestre

El Proyecto cuenta con una sección terrestre, que no forma parte de la presente solicitud, pero se menciona para dar mayor entendimiento del mismo. Esta sección inicia en un pozo de amarre (BMH) y termina en la Estación Terminal donde se encuentran los equipos activos de transmisión de datos ubicados al interior del territorio de Cancún. El cable se guiará desde el pozo de amarre, hasta la central telefónica a través de los ductos en la zona urbanizada en el derecho de vía. Una vez en la Estación Terminal los equipos de transmisión de datos inyectarán su señal a la fibra óptica iniciándose la primera parte de este sistema de comunicación.

Figura 2.4. Distribución del cable continuación de El Proyecto (sección terrestre, no objeto de esta solicitud).



Objeto de esta solicitud, es el tramo terrestre de 14m comprendido entre la porción marina y el BMH. Lo anterior se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.5. Distribución del cable en la porción terrestre.



2.1 3.1.1 Pozo de amarre o BMH.

Consiste en el punto de aterrizaje del cable submarino en tierra. Su proceso de instalación se realiza una vez colocado el tendido del cable. Cuando se haya completado el aterrizaje del cable, el extremo del cable estará preparado para tirar hacia el BMH. Un cable mensajero preinstalado dentro del conducto HDD (si se emplea) se conecta al cable y se utiliza para ayudar a tirar del cable desde el BMH en el extremo hacia tierra. Normalmente se utiliza la tracción manual para llevar el cable hasta el BMH. Si el conducto de HDD es largo y/o tiene curvas, se utilizará un cabrestante o una grúa para ayudar en el proceso de tracción del cable.

Cuando se utilice el enterramiento en la playa, el cable se seguirá colocando y protegiendo con tubería articulada (sin clavijas) y se enterrará manualmente dentro de una zanja preparada en los sedimentos no consolidados (arena) de la playa. El entierro en la playa se lleva a cabo utilizando el método de zanja abierta con excavadora.

El entierro en la playa generalmente se lleva a cabo en la marea más baja para maximizar el entierro en la playa usando una excavadora hasta el nivel medio bajo del agua. La profundidad del entierro se verifica a través de mediciones manuales usando evidencia fotográfica del lecho marino natural a intervalos designados a partir del final del conducto hacia el mar.

2.1.3.2 Sección Costera

Para la descripción del Proyecto se denominará sección costera a la franja que inicia en el pozo de amarre (BMH), hasta el sitio de aterrizaje (LP por sus siglas en inglés) que es coincidente con la línea de costa o zona con profundidad cero.

En esta sección se localizará la placa de tierras (earth plate), que también irá conectada al pozo de amarre (BMH), por medio de un cable independiente y de armadura simple que funcionará como “sistema de tierras” (Ocean Ground Bed, OGB). Cada conjunto de equipo de alimentación de energía, como lo son los sistemas de telecomunicaciones, requiere una conexión a tierra, separada de la tierra de la estación de transmisión; de este modo este sistema de tierra independiente es también conocido como ‘sistema de tierras’. Para el Proyecto se considera la instalación de una placa de tierras.

Desde el pozo de amarre y en dirección hacia la playa se instalará tubería de PVC de 4’’’ ahogados en bloques de concreto armado desde el BMH que en adelante se denominarán como ductos. Dentro de estos ductos se colocarán tanto el cable submarino para su conexión a tierra, como el cable proveniente de la placa de tierras. El punto donde terminan los ductos se denomina punto de conexión en playa (pie de concreto, concrete foot). A partir de este punto hacia el mar se instalará tubería articulada para proteger los cables.

2.1.3.3 Sección Marina

A fin de realizar el tendido con el menor impacto ambiental posible sobre el lecho marino, se ha previsto la construcción empleando un barco cablero y equipos auxiliares especializados para su colocación. La instalación del cable de fibra óptica submarino requiere tecnología avanzada y la operación de personal experto. En pleno océano con profundidades mayores a 1km, el cable es colocado por el barco cablero directamente sobre el lecho marino. En aguas con profundidades menores a 1000 m, el cable es enterrado con un arado de mar que es arrastrado por el barco que hace el cableado.

2.1.4 Inversión requerida

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

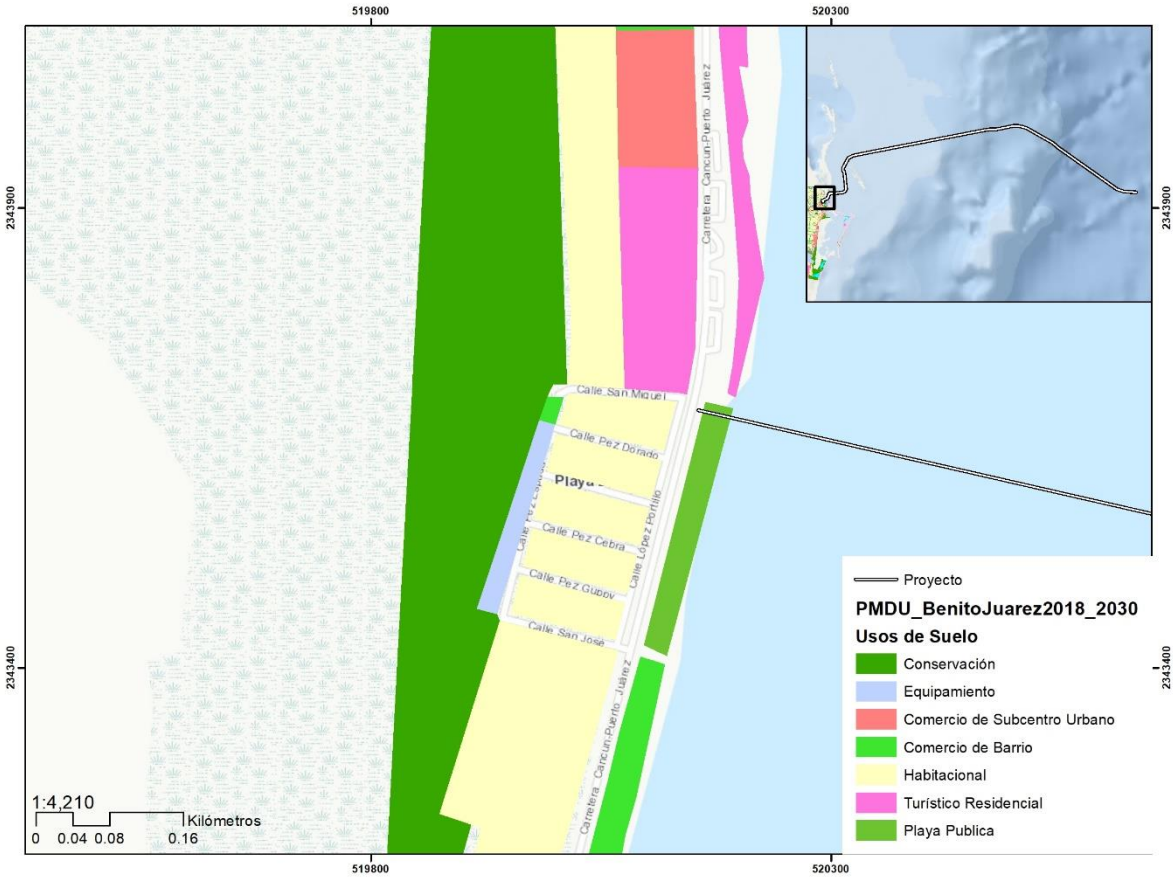
2.1.5 Dimensiones del proyecto

El Proyecto tendrá una extensión en tierra de 14m. Mientras que en el lecho marino se extenderá por una longitud de 99.09 m.

2.2 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

El proyecto de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018-2030, se localizará sobre uso de suelo “Playa pública” en la porción terrestre.

Figura 2.6. Proyecto y PMDU Benito Juárez 2018-2030.



2.3 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIO REQUERIDOS

El proyecto, al localizarse mayoritariamente en la porción marina, no requerirá de urbanización ni servicios. Mientras que, en la porción terrestre que no es objeto de la presente solicitud, se reaprovecharán obras preexistentes.

2.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Proyecto Consiste en la instalación de un cable submarino de fibra óptica de longitud de 99.09 km.

2.4.1 Programa de trabajo

El programa general de trabajo está previsto para un plazo de 5 semanas que contempla las actividades de la Etapa de Preparación (1 semana), Construcción (5 semanas), Así como una Operación y Mantenimiento de 25 años.

Tabla 2.1. Programa General de trabajo.

No	Actividad	Semanas						Año
		0	1	2	3	4	5	25
1	Actividades de preparación							
2	Construcción de caja de registro							
3	Tendido e instalación del cable en área marina							
4	Aterrizaje del cable							
5	Instalación del cable en área terrestre							
6	Fase de cierre (día al final de la 3era semana)							
7	Revisión y pruebas							
8	Operación y mantenimiento							

2.4.2 Representación gráfica regional

El proyecto se localiza en un Sistema Ambiental de superficie de 200km^2.

Figura 2.7. Sistema Ambiental del Proyecto.

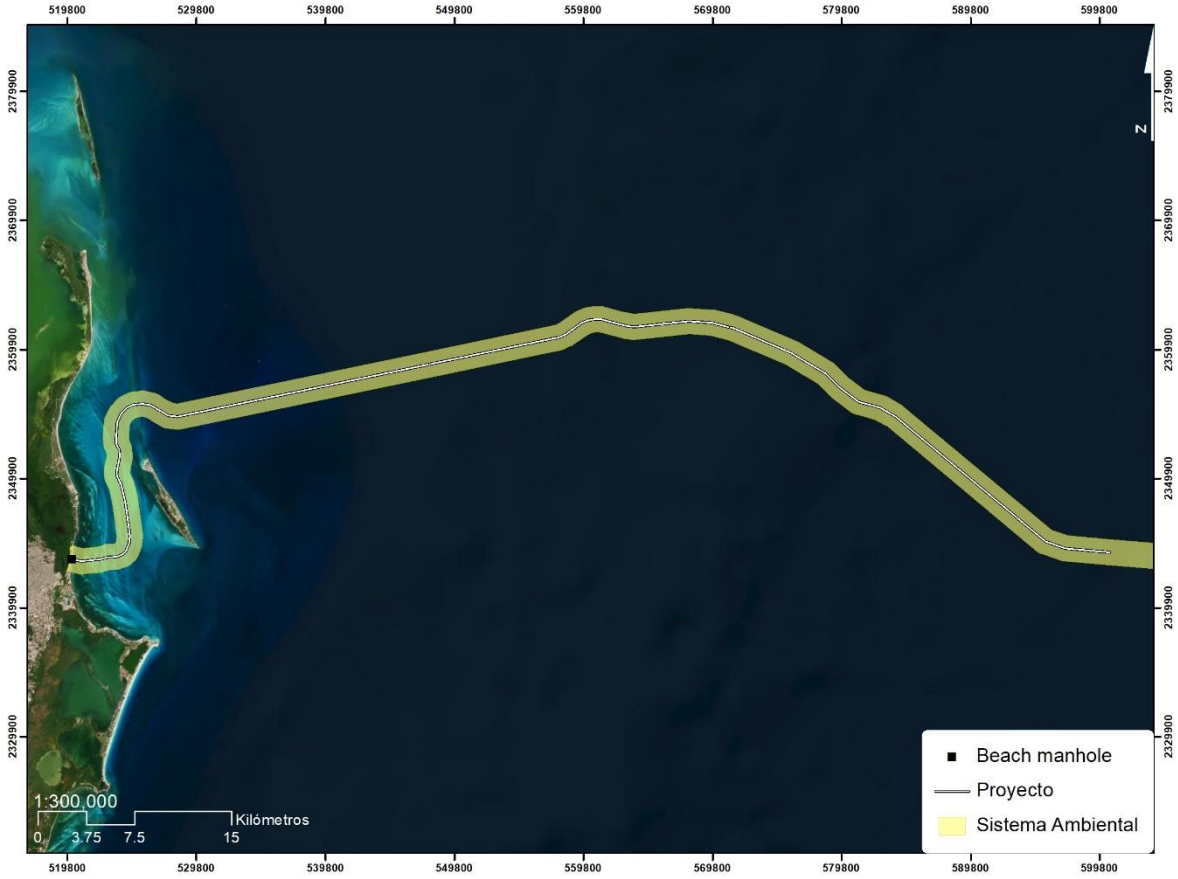


Tabla 2.2. Superficie del Sistema Ambiental, Zona de influencia Directa y Zona de Influencia indirecta.

	Superficie (Ha)	Superficie (Km^2)
Zona de Influencia Directa	9.90	
Zona de Influencia Indirecta		99.48
Sistema Ambiental		200.04

Este proyecto a su vez se distribuye sobre la Zona Económica Exclusiva, el Mar Territorial y la Zona Continua.

Tabla 2.3. Distribución del Proyecto.

	Longitud (Km)	%
Longitud del trazo en Mar territorial	40.02	40.39
Longitud del trazo en Zona continua	24.04	24.26
Longitud del trazo en Zona Económica Exclusiva	35.03	35.35
Longitud del trazo	99.09	100

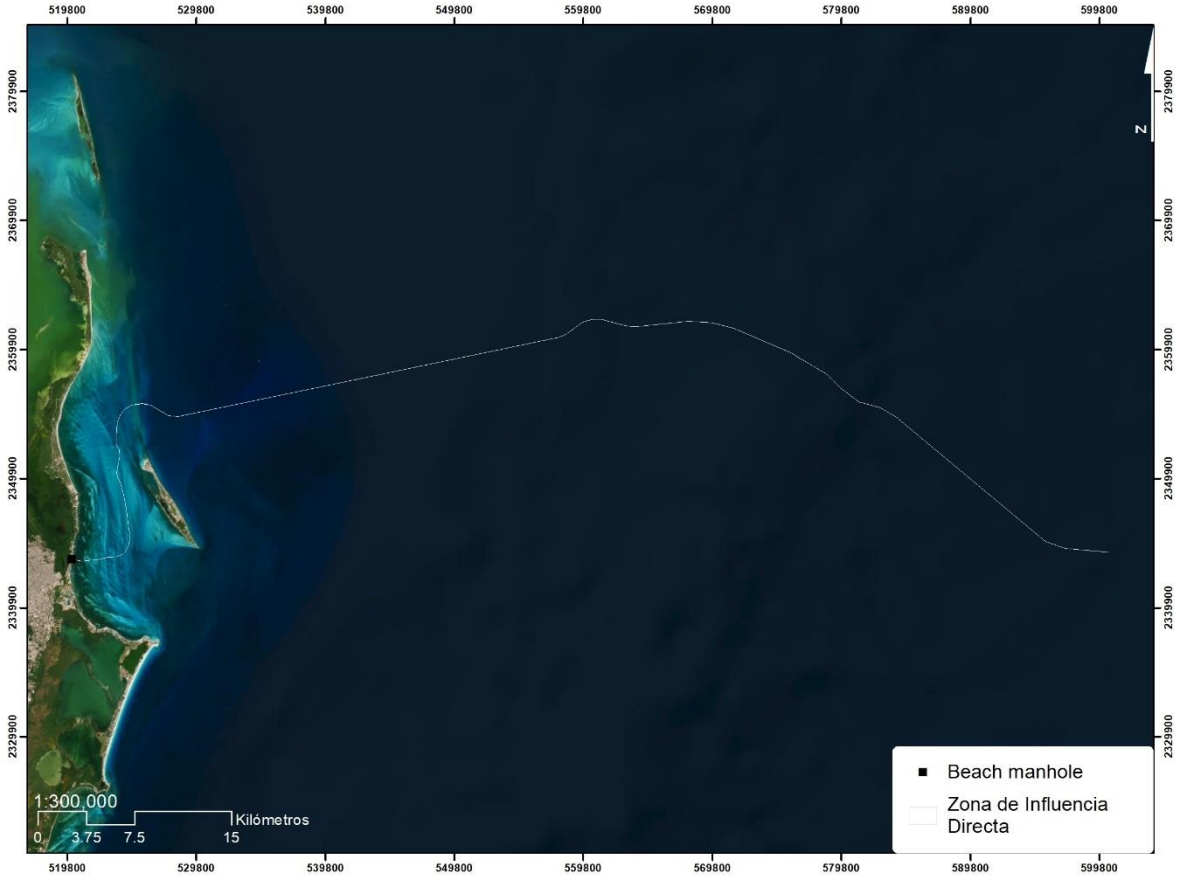
Figura 2.8. Localización del proyecto respecto a la zona económica exclusiva y el mar territorial.



2.4.3 Representación gráfica local

El Proyecto tendrá una longitud de 99.09km en la porción marina y 14m en la porción terrestre.

Figura 2.9. Zona de influencia Directa del Proyecto.



2.4.4 Dimensiones del Proyecto

2.4.4.1 Tipo de cable

El componente fundamental del proyecto es el cable de fibra óptica. El cable propuesto es el MiniSub de NSW. Este tipo de cable posee 4 subtipos, que se usan de acuerdo a la profundidad. En la medida que aumenta su diámetro, su uso se acerca a la superficie, dado que posee más protección a causa de que va a ser usado en zonas con más riesgos de daños mecánicos al cable. A continuación, se muestra un extracto de la tabla de propiedades del cable.

Tabla 2.4. Características por tipo de cable a emplear en el proyecto.

Características	LW	LWP	SA	DA	Unidad
Diámetro del alambre de armadura	-	-	2.6	2.6	mm
Diámetro exterior del cable	17	22	28	34	mm
Peso en el aire	0.48	0.70	1.57	2.80	Kg/m
Peso en el agua de mar	0.24	0.31	1.08	2.05	Kg/m
Factor de estiba	0.29	0.48	0.78	1.16	m^3/km
Profundidad máxima de despliegue	6000	6000	2000	600	m
Carga de rotura del cable	60	60	260	530	kN

Fuente: Isthmus Consulting (2022)

La ruta de cable actual desde la Unidad de Ramificación (BU) hasta el aterrizaje de en el Beach Manhole (BMH) consta de aproximadamente 99.09 kilómetros. El cable total se divide en cuatro tipos de cables:

1. Doble Armadura (DA)
2. Armadura Única (SA)
3. Ligero (LW)
4. Ligero Protegido (LWP)

2.4.4.1.1 Dimensiones del cable

La estructura del núcleo del cable se muestra a continuación.

Figura 2.10. Esquematización de la estructura del cable.

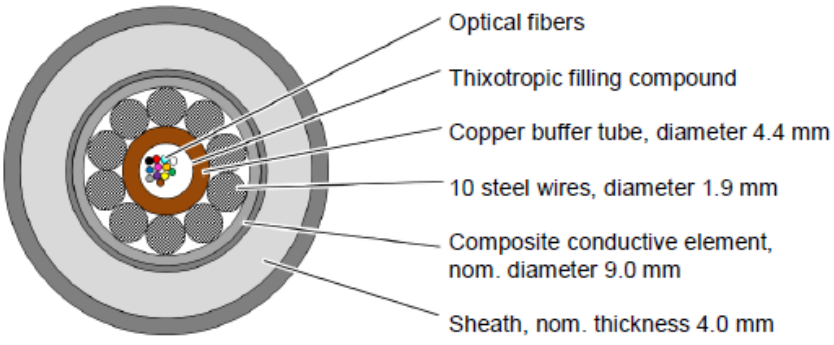
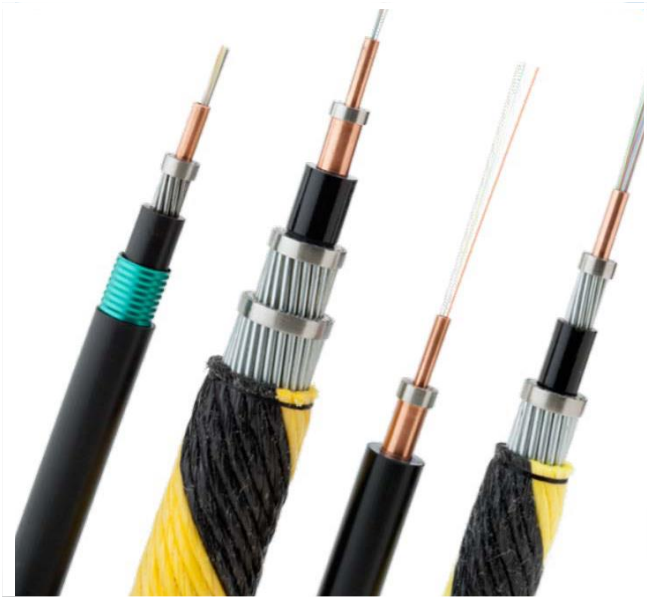


Figure 1: Schematic of Cable Core (not to scale)

Todos los tipos de cables utilizan el mismo núcleo con diferentes protecciones o blindaje agregado. Los cuatro tipos de cable se muestran a continuación:

Figura 2.11. Tipos de cable a emplear.



2.4.4.1.2 Repetidores

El repetidor REL 3 es una evolución de versiones anteriores, que reutiliza la carcasa, la terminación y los componentes de diseños anteriores, pero puede amplificar señales en hasta 24 pares de fibra. Los amplificadores son EDFA de banda C completa que son asistidos por la amplificación Raman distribuida de baja potencia que mejora la cifra de ruido y también permite ajustar la inclinación de amplificación, eliminando así la necesidad de ecualizadores de inclinación. La supervisión de comando-respuesta proporciona un acceso rápido a los niveles de potencia, corrientes de la bomba, etc. y los amplificadores se pueden configurar para informar cualquier actividad / evento inesperado tan pronto como ocurra.

Tabla 2.5. Características técnicas de los repetidores.

Parámetro	Valor, rango o comentario
Vida útil	25 años
Fiabilidad o confianza	<10 pies por par de amplificador
Número de pares de fibra	1-24 pares
Rango máximo amplitud de onda	1,529-1,568 nm
Potencia máxima de salida	+18dBm
Rating de seguridad	Clase 1M de peligro
Cifras de ruido efectivo	4 dB, dependiente el tipo de fibra
Voltaje máximo	12kV
Resistencia de aislamiento	>10,000 Mohm
Capacidad	<500pF
Corriente de operación	0.7-1.1 A, en cada polo

Parámetro	Valor, rango o comentario
Voltaje de operación (aproximado)	≤20V por 4 pares de amplificadores (0.8 A por unidad)
Banda de paso de corriente de electrodos	4 a 50Hz, atenuaciones ≤0.18dB hasta 200mA en servicio
Profundidad máxima del agua	8,000m
Resistencia a la tracción	600kN (acoplamiento-acoplamiento)
Diámetro máximo	170mm
Temperatura (IEC60068 partes 2-1, 2-2, 2-14) Operación Almacén o transporte	En el exterior del mar: -0.5° a 30° C en el agua -40° a 70°C en el aire
Shock IEC60068parte 2-27 IEC60068parte 2-29	1 shock de 1000g por 2mseg por eje Arriba de 1,000x 40g, cada uno de 6mseg
Vibración IEC60068parte 2-64 (aleatorio)	Prueba multi cobertura de ejes 5-200Hz, arriba de 2g

2.4.5 Preparación del sitio

Antes de las operaciones de tendido del cable submarino y la conexión de cable en tierra, con base en los estudios especializados se verificará la ruta a seguir. Lo anterior tomando en cuenta la información pertinente sobre las profundidades del lecho marino, las condiciones geológicas y los peligros a lo largo de la ruta del cable planificada u otras obstrucciones o usos de las partes interesadas en el océano y el lecho marino. El objetivo principal es confirmar la ruta preliminar mediante la definición de la ruta más factible y segura para el despliegue, la capacidad de supervivencia y el mantenimiento posterior del sistema de cable. Los resultados de esta etapa también brindarán opciones para las consideraciones de blindaje de cables, fijación de cables (aseguramiento) y/o enterramiento (zanjas/arado).

En esta etapa, también se llevarán a cabo, y las actividades de obtención de permisos locales, estatales y federales, para que las actividades de la siguiente etapa puedan comenzar.

2.4.6 Construcción.

Los procedimientos de instalación y sujeción del tendido de cables están dictados por la profundidad del agua, el tipo de hábitat y sustrato, y las pautas y restricciones reglamentarias. Las siguientes secciones brindan una breve descripción general de los diversos procedimientos de instalación del tendido de cables que se considerarán en el Proyecto. Una combinación de software industrial de tendido de cables de alta tecnología y el uso de un sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS) controla la posición y la dirección de la embarcación, lo que permite que el tendido de cables logre un posicionamiento preciso, mediante el uso de propulsores y hélices, sin necesidad de anclas. Los buques de instalación de cables varían en tamaño y pueden tener más de 145 m (el buque más grande de la industria) en longitud total.

2.4.6.1 Construcción en zona terrestre

2.4.6.1.1 Métodos de construcción entre el pozo de amarre (BMH) y el punto de conexión en playa (pie de concreto, concrete foot).

Una vez se haya completado el aterrizaje del cable, el extremo del cable estará preparado para tirar hacia el Pozo de amarre “BMH”. Un cable mensajero preinstalado dentro del conducto HDD se conecta al cable y se utiliza para ayudar a tirar del cable desde el BMH en el extremo hacia tierra. Normalmente se utiliza la tracción manual para llevar el cable hasta el BMH. Si el conducto de HDD es largo y/o tiene curvas, se utilizará un cabrestante o una grúa para ayudar en el proceso de tracción del cable.

Cuando se utilice alternativamente el enterramiento en la playa, el cable se enterrará manualmente dentro de una zanja preparada en los sedimentos no consolidados (arena) de la playa. El entierro en la playa se lleva a cabo utilizando el método de zanja abierta con excavadora. El entierro en la playa generalmente se lleva a cabo en la marea más baja para maximizar el entierro en la playa usando una excavadora hasta el nivel medio bajo del agua. La profundidad del entierro se verifica a través de mediciones manuales usando evidencia fotográfica del lecho marino natural a intervalos designados a partir del final del conducto hacia el mar.

2.4. 6.1.2 Extremo de apuntalamiento

El cable se instalará en una zanja en tierra firme, siendo este extraído directamente desde el buque principal. Las operaciones de llegada/desembarque en tierra se han planificado para completarse en el plazo de 1 (un) solo día. Antes de la ejecución, los preparativos operativos se realizarán varios días antes del día de instalación planificado, para lo cual se contará con todos los permisos y autorizaciones. Antes de la operación de aterrizaje del cable, los buzos colocarán una boya marcadora en el límite interior del cable tendido por la embarcación; marcando la posición inicial de la ruta final propuesta en tierra. Los buzos identificarían cualquier grieta o pendiente a lo largo de la línea central de la ruta propuesta, a través de la cual se puede enrutar el cable, y nuevamente marcarán estas posiciones usando boyas marcadoras (puntos duros de instalación).

Durante la operación de desembarque en tierra, la embarcación de tendido de cables se ubicaría lo más cerca posible de la primera boya marcadora y la estación de espera en una posición predeterminada, mientras que un segundo “bote de tracción/desembarque” más pequeño tira del cable fuera de la embarcación hacia la costa. Durante este procedimiento, se unirán boyas al cable, lo que permitiría que el cable flote sobre áreas de hábitat sensibles y se mantenga en la superficie mientras se tira hacia la costa. Una vez que el cable esté en tierra, se asegurará a un ancla de hombre muerto previamente instalada. Una vez que el cable esté firmemente asegurado al ancla de hombre muerto de la playa y en el barco de instalación del tendido de cables, el cable se tirará lateralmente hacia la posición de ruta predeterminada marcada en la superficie con boyas que se unirán a puntos fijos preinstalados. Los puntos duros predeterminados permiten que el cable se asiente de manera segura y eficiente en el fondo marino mediante la asistencia de buzos.

2.4. 6.1.3 Instalación de los pines

Según corresponda, la tubería articulada (es decir, N-Pipe; tipo N55) se puede usar según el diámetro del cable para brindar protección dentro de las áreas cercanas a la costa de la costa. La tubería articulada está diseñada de modo que cada segmento consta de dos componentes idénticos y completamente intercambiables donde cada pieza encaja fácilmente antes de atornillarse. Los anclajes se instalan aproximadamente cada 2 m para "clavar" de forma segura el cable articulado protegido por tubería al fondo marino, en el fondo duro (o lecho de roca sólida). El estándar de la industria reconoce un espacio aproximado de 2 m como ideal, donde las condiciones del fondo marino (tipo de hábitat y composición) pueden variar de adoquín a fondo duro expuesto (o lecho rocoso). Debido a estas variaciones, este escenario de espaciamiento de 2 m puede requerir que algunas secciones de tubería articulada requieran anclajes (pinning) con espaciamiento cada 1 m, mientras que otras secciones pueden requerir un escenario de espaciamiento de 3 m.

La barra de refuerzo (es decir, barra de refuerzo), o acero de refuerzo, es una barra de acero que se utiliza como dispositivo de seguridad para fijar la tubería articulada al lecho marino de fondo duro, evitando así que el cable se mueva de su posición establecida. Para evitar cualquier acción galvánica entre la barra de refuerzo y la tubería articulada, se aplica un aislante especial en la barra de refuerzo antes de instalarla. Se utiliza un martillo perforador sumergible de servicio pesado para perforar los orificios en el fondo duro para asegurar la barra de refuerzo. Se inyecta un producto adhesivo inerte en el orificio previamente perforado, antes de insertar la barra de refuerzo para adherir la barra de refuerzo al fondo duro durante un tiempo específico de curado.

Este procedimiento generalmente se lleva a cabo desde el extremo submarino del conducto horizontal perforado direccionalmente (HDD) hasta una longitud de cable de aproximadamente 120 m. Algunos escenarios de aterrizaje pueden no utilizar un conducto HDD, donde alternativamente se puede realizar un entierro en la playa de arena (en sedimentos no consolidados).

2.4.6.2 Construcción en zona marina

Según la profundidad existen tres técnicas utilizadas para realizar la instalación del cable, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.6. Técnica de instalación del cable de acuerdo con la profundidad.

Profundidad (m)	Técnica de instalación del cable
Menor de 1000m	El cable se coloca en el lecho marino, y se entierra mediante un surco arado en el fondo del mar, a una profundidad de aproximadamente 1 metro por debajo del lecho marino.
Mayor 1000m	El cable se coloca directamente apoyado sobre el lecho marino.

Profundidad (m)	**Técnica de instalación del cable**
Línea de marea baja extrema hasta empalme en tierra	Cable colocado y enterrado en la zanja.

La instalación del cable de fibra óptica submarino requiere tecnología avanzada y la operación de personal experto. En profundidades mayores a 1000 m, el cable será colocado por el barco cablero directamente sobre el lecho marino. En aguas con profundidades menores a 1000 m, el cable es enterrado con un arado de mar que es arrastrado por el barco que hace el cableado.

El arado de mar es guiado en forma remota desde el barco por medio del sistema de posicionamiento dinámico y el sistema de rastreo vehicular, apoyados por una cámara de video, un hidrófono y un equipo para detección de obstáculos. Dicho arado está dotado de una cuchilla de 30 cm de ancho, utilizada para abrir una zanja de aproximadamente 1 m de profundidad para la colocación del cable, a fin de evitar daños producidos por anclas o equipos de pesca. El arado y el cable penetran el lecho marino, los sedimentos cubren el cable y lo entierran a su paso.

El Proyecto planea utilizar un cable flexible, el cual incrementará la oportunidad de desviarlo alrededor de áreas altamente sensibles. También se trata de un cable hecho a la medida, por lo que cualquier longitud de cable es producida con un diámetro variable dependiendo del nivel de protección exigido en función de la batimetría del área, las condiciones específicas del fondo marino o de las áreas a atravesar.

Respecto a la operación de los barcos cableros, tienen un área de operación limitada y no pueden operar en aguas de profundidades menores a 15 m. Antes de depositar el cable, el barco se posiciona directamente costa afuera del lugar de aterrizaje en una profundidad de aproximadamente 15 metros. La nave no usa anclas o amarras para mantener su posición, puesto que tiene capacidad de posicionarse dinámicamente con el Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (Differential Global Positioning System - DGPS) que lo mantiene en una posición exacta. Al mismo tiempo, se mantienen botes de apoyo a su lado para asegurar una zona libre y segura alrededor de la nave de cableado.

Desde los 12-15 metros de profundidad a la línea de bajamar extrema, el cable es llevado a través de un ducto de acero colocado para tal fin o lanzado desde el barco con asistencia de embarcaciones menores, buzos y un vehículo de chorros de agua presurizada o el arado del mar que tienen capacidad de abrir y cerrar zanjas

2.4.6.2.1 Instalación en la zona marítima exclusiva.

Para la instalación del cable el tramo de tierra firme, se requerirá un equipo de playa que recibirá el cable del barco cablero, con ayuda de los buzos y lanchas de apoyo que operarán desde los 15 m de profundidad.

El equipo de playa tendrá una retroexcavadora que tirará un cable de tracción desde el buque cablero hasta la orilla. Esta operación que puede durar algunas horas requerirá de cerrar el acceso público a la zona seleccionada de la playa por seguridad.

Se desplegará tanto cable como sea necesario, para conectarlo en el BMH. Durante ese proceso, por seguridad, las cuerdas y cables se elevarán del lecho marino utilizando flotadores, como pequeñas boyas de colores llamativos, ubicadas a cada 3-5 m, con rodillos de arrastre colocados en la playa para disminuir la fracción, a fin de impedir potenciales laceraciones por efecto abrasivo de la superficie de la arena.

Una vez que el cable llegue al BMH, y sea conectado, se procederá a quitar los flotadores en sentido de tierra a mar, para ir enterrándolo mediante zanjado.

2.4.6.2.2 Instalación desde los 15 m hasta la línea de costa en bajamar

A partir de los 15 m de profundidad y hasta la línea de costa en bajamar, el tendido del cable submarino, así como el zanjado y enterramiento, será realizado por buzos con mangueras con aire a presión, que será proyectado a la superficie del fondo marino para abrir una zanja de 1 m de profundidad y 0,30 m de ancho, donde se colocará el cable. Una vez tendido el cable al fondo de la zanja, colapsan las paredes laterales, haciendo que los sedimentos poco consolidados (arena) cubran el cable, por lo tanto, queda protegido de potenciales daños que pueda recibir si quedará expuesto en la superficie. Para operar esta etapa los buzos requerirán lanchas ligeras que serán alquiladas en la zona. El cable por colocar se seguirá desplegando desde el barco cablero que se detendrá en zona que posea 15 m de profundidad.

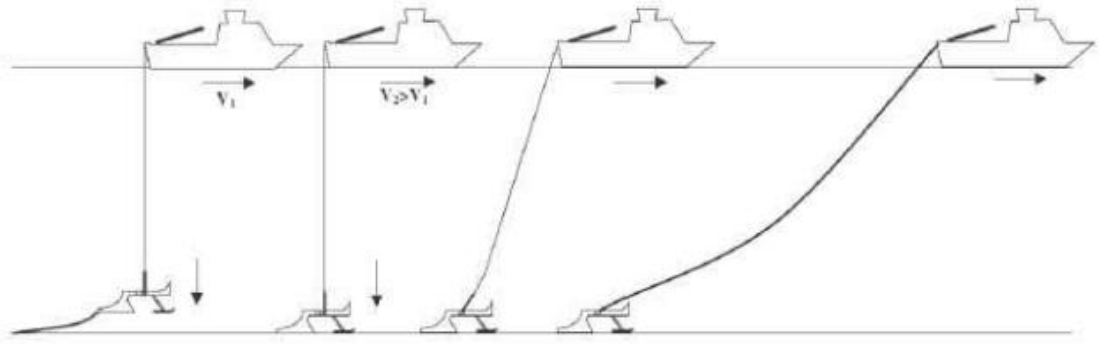
2.4.6.2.3 Proceso de Instalación en Aguas Someras

En la plataforma continental, los cables serán enterrados para protegerlos de otras actividades de grupos de usuarios del océano (es decir, anclas de barcos, redes de pesca de arrastre y otros peligros). En profundidades de agua de menos de 1000 m, el entierro del cable con arado se realizará donde las condiciones del lecho marino lo permitan. En determinados segmentos, se realizará limpieza de la ruta antes de la instalación del cable para despejar la ruta del cable de obstáculos tales como cables fuera de servicio (OOS) y otros obstáculos y escombros (rocas, equipo de pesca, cabos, cadena de ancla, chatarra, etc.) que podría ser peligroso tanto para el buque equipo de instalación (arado) y el cable. Para ello se emplea un tipo de garfio metálico llamado rezón. En esta actividad el buque se mueve a una velocidad que asegura que el rezón permanezca en contacto continuo con el fondo marino. La profundidad de penetración del rezón en el fondo marino oscila entre los 40 cm y 80 cm. El rezón está conectado a un segmento de cadena seguido por la cuerda de remolque asegurada a la embarcación.

Un arado de cable estándar de la industria puede pesar más de 12 toneladas en el agua. El arado generalmente se despliega desde la popa y se remolca detrás de la embarcación, enterrando el cable en el lecho marino (a 1 m de profundidad) continuamente mientras la embarcación está en marcha. A medida que se remolca el arado a través del sustrato del lecho marino, la hoja compartida y el disco de corte inclinado levantan una cuña de sustrato que proporciona una zanja para el tendido de cables. A medida que el arado avanza, el material del sustrato vuelve a caer por gravedad en la zanja, enterrando el cable en el fondo de una cuña de sedimentos relativamente intacta. Los ingenieros oceánicos también utilizan

vehículos operados a distancia (ROV) que funcionan con orugas. Los ROV funcionan en combinación con el enterramiento con arado, utilizando chorros para redirigir el sustrato sobre el cable. Además, los ingenieros utilizan una variedad de sensores y cámaras de video de alta definición (HD) para brindar una vista de la ubicación del cable en el lecho marino y documentar la precisión de la posición del cable pospuesto. El ancho de la incisión del arado, más las orugas antideslizantes y estabilizadoras crean una huella temporal aproximada de 4 m. Este tipo de equipo y técnica de enterramiento se emplea desde los 1000 m de profundidad hasta los 15 m.

Figura 2.12. Esquema de operación del arado marino.



Fuente: NEC, 2016

El arado se usará a lo largo de la ruta propuesta, con excepción de las zonas con condiciones de suelo y/o pendientes inadecuadas para la adecuada operación de la máquina utilizada, las cuales pondrían en riesgo el equipo. La velocidad del arado depende de la topografía del fondo marino, siendo normalmente entre 500 a 600 m/h.

2.4.6.2.4 Proceso de Instalación en Aguas Profundas

Pesé a que el tramo en el territorio mexicano no alcanzará profundidades de agua superiores a 1000 m, describimos esta actividad a manera referencial, dentro del contexto de la red proveniente de Florida, cuyos tramos troncales si serán tendidos en aguas profundas. Para ese caso, el cable se colocará en la superficie del lecho marino (no se entierra). La ausencia de actividades de los usuarios del océano béntico (zona de actividades humanas) a estas profundidades garantiza un ciclo de vida seguro y sostenible a largo plazo para el cable. Los cables tendidos en la superficie del lecho marino (en profundidades inferiores a ~ 2000 m), se efectúan cuando no es adecuado para el enterramiento, como en áreas de afloramientos rocosos submarinos y alta sensibilidad ecológica.

2.4.6.3 Equipo Especializado

Para la instalación en Aguas profundas se requerirá la asistencia de equipoi especializado, tal como se describe a continuación:

2.4.6.3.1 Buque de Instalación del cable submarino

El Buque Cablero IT Intrepid es un buque de cable completamente equipado capaz de realizar actividades de instalación y mantenimiento en todas las profundidades del océano. Se espera que sea utilizado para el proyecto, o en su defecto será uno muy semejante, por lo que su descripción se puede tomar como una referencia valida. El IT Intrepid está equipado con el IT ROVJET 207 para trabajo e inspección de cables hasta 2600 m.

Figura 2.13. Buque cablero IT INTREPID.



Fuente: Isthmus Consulting, 2023.

Adicionalmente, el Intrepid dispone de un arado de mar de 17 Tn que será una de las piezas fundamentales del proyecto, además de grúas, planta de emergencia, lancha Zodiac de apoyo, capacidad de albergar tripulación y pasajeros, cuyas dimensiones se especifican en la siguiente tabla.

Figura 2.14. Lancha Zodiac 733 semejante a la que usa el Barco Intrepid.



Fuente: Imagen referencial del modelo Zodiac 733 tomada en Rib Force Inflatables[2]

[2] https://www.ribforceinflatables.com.au

Tabla 2.7. Características y dimensiones del barco IT Intrepid.

No	Característica	Dimensión
1	Longitud total	115,0 m
2	Ancho moldeado	18,0 m
3	Profundidad Moldeada	6,3 m
4	Arqueo bruto	614 1t
5	Puerto de registro	Barbados
6	CLASIFICACIÓN	ABS, A1, AMS, ACCU (Anteriormente LR Ice Class 3) ABS DP Clase 1
7	POSICIONAMIENTO DINÁMICO	DPS 11 de GE
8	POTENCIA Y PROPULSIÓN	2 x motores auxiliares de 750kW
		2 motores principales de 2200 kW
		2 motores de propulsión de 2000 kW
9	GENERADORES DE EMERGENCIA	1 diésel Caterpillar de 350 kW
10	VELOCIDAD/RESISTENCIA	Velocidad Máxima …4 Nudos
		Velocidad de crucero …12 nudos
		Resistencia… 42 días a 12 nudos
11	PROPULSORES	Propulsor de proa .... 1 x White Gill 750kW
		Propulsor de popa…1 x White Gill 750kW
12	MAQUINARIA PARA CABLES	2 x 3,5 m de diámetro. CDE, capacidad máxima de tracción de 40 t
		18 pares de ruedas LCE, 18 t de capacidad máxima de tracción
		1 x transportador de 1 par de ruedas
13	CAPACIDAD (Máx.)	2 x tanques principales, 1 x repuesto
		Capacidad de carga del cable…...1200t (hasta 1700t)
		Volumen del cable……....1232m3
14	Capacidad de repetidores	45
15	GRÚAS/CAPACIDADES DE ELEVACIÓN	Pórtico de proa1 x 5t polipasto de proa
		Fwd Stbd……...3t a 16m / 6t a 6,7m
		Puerto de popa……3t a 16m / 6t a 8m

No	Característica	Dimensión
		ROV (Puerto de Adelante)…9t a 10.5m / 21.5t a 4m
15	ALOJAMIENTO	Oficiales y Tripulación …….76
		Pasajeros ……..…….10
		Amarres Totales ……86
16	ARADO	Peso……...…17t
		Profundidad de enterramiento...…….....…hasta 2 m
		Velocidad de enterramiento…0,6-1 km/h
		Radio de curvatura……..……...1,5 m
17	TI ROVJET 207	Departamento operativo…....Hasta 2600m
		Potencia……200cv
		Carga útil máxima…….54kg
		Máximo Operación Estado del Mar…….6
		Enterramiento hasta 1,5m con depresor de cable
18	ZODIACO RIB (Zodiac 733IO)	Longitud total ..... 7,24 m Haz máximo inflado ..... 7,74 m
		Calado ..... 0,53 m
		Caballos de fuerza máximos 300
		Capacidad persona ..... 15A + 0C

Fuente: Isthmus Consulting (2022)

2.4.6.3.4 Equipo de instalación en playa

Para la instalación del cable en el tramo terrestre, se utilizan equipos convencionales para preparación de zanjas (p.ej.: retroexcavadoras, palas mecánicas y camiones de volteo).

2.4.6.3.5 Personal requerido

Para la ejecución de las obras del proyecto (construcción y operación), se requerirá contar con mano de obra temporal y permanente. La primera referida especialmente a los puestos de trabajo ofrecidos para la construcción del Proyecto y la estimación de empleos indirectos que éste propiciará y durante la etapa de operación de todo el proyecto puestos de trabajos directos. Para la construcción de obras marinas se requieren:

- Oficiales y Tripulación 76 personas
- Pasajeros 10 personas
- Buzos especializados (6)

- Personal de lanchas de apoyo (8)
- Total: 100

Mientras que también se generarán empleos indirectos, ya que se necesitará el siguiente personal (calificado y no calificado):

- Ingeniero con conocimiento en diseño de Fibra óptica (1)
- Ingeniero Civil (1)
- Ingeniero en telecomunicaciones (1)
- Gerente Proyectos en telecomunicaciones (1)
- Técnicos Electricistas. (2)
- Personal obrero no especializado (6)
- Operador de retroexcavadora (1)
- Vigilantes (1)
- Regente (1)

  Total: 15

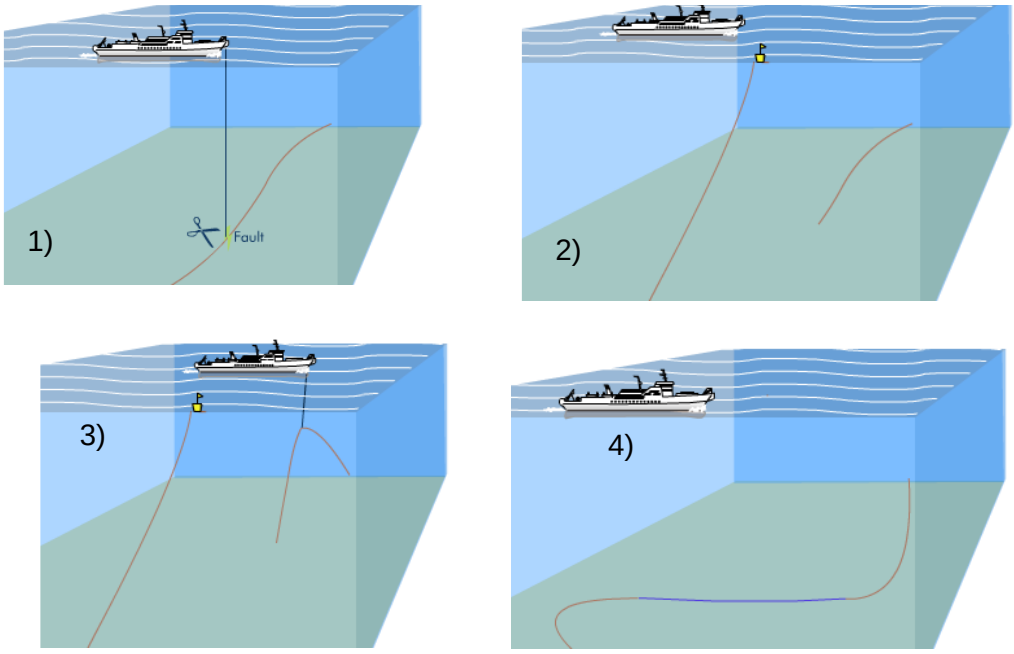
2.4.7 Operación y mantenimiento.

Una vez instalado, el cable no requiere mantenimiento o inspección rutinaria. Una de las ventajas de los sistemas de telecomunicaciones por cable de fibra óptica radica en el hecho de no requerir reparación alguna durante su vida útil. Sin embargo, se instala de tal manera que pueda ser reparado en caso de ser necesario.

La operación de revisión se lleva a cabo cuando un problema se detecta en el sistema y se determina que el mejor remedio es el remplazo parcial o la reparación. Tanto una embarcación de cableado como una embarcación especial para reparaciones pueden ser utilizadas para realizar cualquier reparación.

La recuperación de un cable a cualquier profundidad se hace normalmente desplegando un gancho del tipo “corta y prende” por detrás de la embarcación. Después de enganchar el cable, el instrumento lo corta (1) y lo sostiene en un extremo para llevarlo hasta la superficie (2). Después de recuperar un extremo, las fibras se prueban entre el extremo recuperado y la costa iterativamente, hasta que se ubique la falla del cable. Una vez que el cable se ha reparado (3) a bordo del buque, se le regresa al lecho marino y se conecta nuevamente (4) (Figura 2.15).

Figura 2.15. Proceso de reparación del cable submarino.



2.4.8 Etapa de abandono del sitio

En el supuesto de abandono, la Promovente dará aviso oportuno a las autoridades competentes quienes determinarán las condiciones de estas actividades. Sin embargo, de manera general se considera que una vez que termine la vida útil del cable (35 años) permanecerá inerte en el sitio donde fue instalado pues el retirarlo podría producir más impactos que mantenerlo en el sitio. Por otro lado, la placa de tierras será retirada del sitio una vez que cumpla la vida útil del proyecto.

2.5 Utilización de explosivos

El proyecto no contempla el uso de explosivos de ningún tipo en cualquiera de sus etapas.

2.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La cubierta externa del cable está hecha a base de hilo de polipropileno que no desprende sustancia alguna, de forma que el cable es totalmente inocuo. Por otro lado, los procedimientos no incluyen el manejo de ningún tipo de sustancia peligrosa o contaminante.

El buque de instalación del cable cumple con los estándares internacionales de emisión de gases y de sustancias peligrosas. Asimismo, cuenta con los procedimientos e instalaciones para el manejo de residuos producto de la instalación del cable, así como de la actividad humana, conforme a las regulaciones internacionales (entre ellas la Convención MARPOL).

Por otro lado, tanto el barco como los vehículos en tierra se encuentran en perfectas condiciones de mantenimiento, por lo que no se espera que exista ninguna fuga de combustible que puedan contaminar el mar o la zona de playa.

A continuación, se presentan las estimaciones de residuos a generar:

2.6.1 Residuos sólidos

Los materiales de desecho, como trozos de cable, cascajo y trozos de ductos, producto de la instalación en tierra y de la limpieza previa del fondo marino, serán retirados y ubicados en los sitios que la autoridad correspondiente indique. Cabe resaltar que ninguno de ellos será peligroso. Todas las actividades terrestres se desarrollan en zonas urbanas, por lo que no se requiere un manejo especial de desechos orgánicos.

En la etapa de construcción los residuos sólidos que este proyecto va a producir son:

Tabla 2.8. Estimación de residuos a generar en la etapa de construcción del Proyecto.

No	Tipo de desecho	Unidad	Cant. (Kg/día)	Días	Subtotal (Kg)
1	Plástico	kg	1,3	18	23,4
2	Papel	kg	0,5	18	9
3	Vidrio	kg	0,2	18	3,6
4	Madera encofrada	kg	1	18	18
5	Metales (clavos, varillas, etc.)	kg	1	18	18
6	Residuos sólidos orgánicos (comida, papel usado, empaques comida, etc.) 0.944Kg/por/hab/día*	kg/día	7.5	18	135
8	Hule o caucho	Kg	1	18	18
9	Otros		1	18	18
				Total	243

*Estimación para México de acuerdo con el Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, SEMARNAT 2020.

En la etapa de operación del barco cablero los desechos sólidos generados en el proyecto son:

Las operaciones son conducidas desde el buque de instalación que es capaz de avanzar a baja velocidad con buen control de posicionamiento de manera que la dispersión de sedimentos es casi nula. En cuanto a los restos y desechos que se recuperan son artes y equipos de pesca, como redes, alambre de acero etc. Estos desechos son considerados basura marina, un problema mundial de los mares y océanos. Lo que significa que la limpieza también tiene aspectos e impactos positivos y contribuye al programa de Mares Regionales de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

No se considera la generación de desechos en la etapa de abandono por la característica del proyecto, el cual tiene un impacto mínimo en el ecosistema marino.

2.6.2 Residuos líquidos

En la etapa de construcción se prevé que el proyecto propuesto pudiese generar los siguientes residuos líquidos:

- Posibles derrames de hidrocarburos y combustibles provenientes de la embarcación utilizada para la instalación del cable. Dicho riesgo es mínimo, y está mitigado por todas las medidas de seguridad utilizadas por la empresa subcontratista dentro de sus procedimientos operativos para la instalación del cable.

En la etapa de operación no se generarán desechos líquidos.

Una vez culminada la etapa de construcción, y por las características del Proyecto no se generarán desechos líquidos.

2.6.1 Emisiones a la atmósfera

No se generarán emisiones a la atmósfera durante la construcción y operación del proyecto. Asimismo, no se considera la etapa de abandono por la característica del proyecto, el cual tiene un impacto mínimo en el ecosistema marino.

2.6.1.1 Generación de gases efecto invernadero

En el caso del tramo marino del proyecto, los impactos son ocasionados por la energía (maquinaria y motores de barcos, lanchas, etc.) que mueve estas máquinas, la cual por lo general es maquinaria que se mueve mediante combustibles fósiles que impactan en el ambiente a través de emisiones de GEI. La estimación de combustibles fósiles se presenta en el cuadro siguiente.

Tabla 2.9. Estimación de consumo de combustible en la fase de construcción (tramo marino).

No	Concepto	Días	Consumo/día	Sub total (L)
1	2 motores principales de 2200 kW	6	3,960	23,760
2	2 x motores auxiliares de 750kW	1	67.5	67.5
3	2 motores de propulsión de 2000 kW	1	180	180
4	Planta eléctrica emergencia 1 diésel Caterpillar de 350 kW	1	105	105
5	Propulsor de proa .1 x White Gill 750kW	1	67.5	67.5
6	Propulsor de popa 1 x White Gill 750kW	1	67.5	67.5
7	Lancha modelo ZODIACO RIB (Zodiac 733IO) gasolina	3	12	36
			Total	24,283.5

Fuente: Elaboración propia con base a datos de los fabricantes

Dada la escasa duración de la fase de construcción del proyecto que se estima en unas 3 semanas, la baja intensidad de uso de maquinaria y equipos con motores de combustión interna, los niveles de emisiones esperados del proyecto son muy bajos y pueden observarse en el cuadro siguiente.

Tabla 2.10. Estimación de consumo de combustible en la fase de construcción (tramo terrestre).

No	Concepto	Días operación	Consumo Combustible/ día	Subtotal (L)
1	1 retroexcavadora (Diesel) (1)	12	200	2,400
2	1 tráiler para carga para transportar la retroexcavadora (Diesel)	2	58	116
3	2 camiones ligeros para carga de materiales (Diesel)	12	35	420
4	2 vehículos tipo Pick Up tipo Hi Lux (Diesel)	18	20	360
5	1 vehículo para transporte de personal (Diesel)	18	35	630
6	1 generador diésel Caterpillar de 110kvA (Diesel) solo opera de noche	18	33	594
			Total	4,520

(1) se usó un consumo de 50 lts/hora con 4 hrs efectivas de trabajo por dia

Fuente: Elaboración propia con base a datos de los fabricantes

En la etapa de Construcción, el estimado diario de combustible necesario para la operación del barco cablero es de 24,283L de Diesel Marino (MDO por sus siglas en inglés) o similar, dependiendo del estado del tiempo y las corrientes. Para los vehículos en la costa necesarios para las actividades de conexión a tierra del cable se estima un requerimiento diario de 4,500L.

En este apartado se muestran las estimaciones sobre generación de emisiones de efecto invernadero del proyecto. Se consideran las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento. Todas estas etapas están a su vez consideradas dentro del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (descrito en el capítulo 6 de este documento), en el que se detallan las acciones de manejo y disposición por tipo de residuo.

2.6.1.1.1 Identificación de obras o actividades potenciales generadoras de gases de efecto invernadero

Durante la construcción del Proyecto, se prevé la generación de emisiones a la atmósfera, que tendrá como fuente las actividades de instalación del cable. Por lo que el Proyecto

deberá considerar como parte de las medidas de prevención y mitigación el control y manejo de estas emisiones, realizando acciones tales como: proteger los materiales acopiados con lonas y humedecer para evitar pérdidas por arrastre del viento, humedecimiento de las áreas sin cobertura vegetal durante las actividades de excavación y de transporte de maquinaria, entre otros.

Además, por el uso de la maquinaria (buque cablero) se generarán emisiones provenientes de humos de la combustión de los motores. Las emisiones generadas por la combustión del diésel y la gasolina tienen una composición variable, tienen componentes como SO_2, SO_3, SH_2, NO_2 y NO_3, además de residuos carbonosos y de CO. Por tal motivo, para disminuir estas emisiones el equipo y maquinaria deberán encontrarse funcionando en óptimas condiciones, para lo cual se contará con un programa de mantenimiento preventivo y cuando sea requerido se realizará mantenimiento correctivo por una empresa especializada.

Durante la operación del Proyecto, no se generarán emisiones a la atmósfera salvo en eventos de mantenimiento o reparación.

2.6.1.1.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros.

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la Generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta. En Tabla 2.11 se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla 2.11. Generación de GEI por el Proyecto.

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
Directo	No se identifica	Combustión del combustible (Diesel y gasolina) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.	No se identifica
GEI-D	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O
Indirecto	No se identifica	Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las necesidades de la maquinaria	No se identifica
GEI-I	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O	CO_2, CH_4 y N_2O

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO_2 equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero*

publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
E_{CH4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E_{N2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m^3]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m^3]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del *Acuerdo* (DOF,2015), sus valores se enlistan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Dónde:

E_{CO2e}	Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO_2e]
W_{Elect}	Consumo de energía eléctrica [MWh]
FE_{Elect}	Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO_2/MWh]

El FE_{Elect} que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que de acuerdo con su último aviso emitido el 27 de febrero de 2023, el factor de emisión eléctrico correspondientes al año 2022 es de **0.435 toneladas de CO_2 / MWh**.

Tabla 2.12. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7
Electricidad	CO_2 (t/MWh)		
Consumo	0.435		

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2.13 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla 2.13. Generación de gases de efecto invernadero por etapa del proyecto.

Combustible	Consumo (L/año)	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)
Gasolina	-	-	-	-	-
Diesel	-	-	-	-	-
Electricidad	Consumo (Mwh)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)			
Consumo	0	0			
Etapa de Construcción					
Combustible	Consumo (L/año)	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)
Gasolina	0	-	-	-	-
Diesel	28,283	0.00741	0.0003	0.00006	219.76
Electricidad	Consumo (Mwh)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)			
Consumo	0	0			
Etapa de Operación					
Combustible	Consumo (L/año)	CO_2 (t/MJ)	CH_4 (t/MJ)	N_2O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)
Gas LP	0	0	0	0	0.00
Electricidad	Consumo (Mwh)	Emisiones anuales GEI (tCO_2e/año)			
Consumo	0	0.00			

Con base en el análisis anterior, se estima que la GEI por etapa de desarrollo del Proyecto será:

- Etapa de Preparación, se estima se generen: 0 tCO_2e/año
- Etapa de Construcción se estima se generen 219 tCO_2e/año.
- Etapa de Operación y Mantenimiento, se estima una generación de 0 tCO_2e/año.

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 3: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL 3
3.1. INTRODUCCIÓN 3
3.2. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO 3
3.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 3
3.2.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 4
3.3. PLANES Y PROGRAMAS ESTATALES 5
3.3.1. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 5
3.4. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 6
3.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 7
3.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 10
3.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. 26
3.4.4. Programas de Desarrollo Urbano 31
3.4.4.1. Plan de Desarrollo Municipal Benito Juárez 31
3.4.4.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 34
3.5. INSTRUMENTOS LEGALES (LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES) 34
3.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 35
3.5.2. Ley General de Bienes Nacionales 37
3.5.3. Ley de Puertos 39
3.5.4. Ley Federal del Mar 40
3.5.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 40
3.5.6. Reglamentos 42
3.5.6.1. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar . 43
3.5.6.2. Reglamento de la Ley de Puertos 44
3.5.6.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 45
3.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 46
3.6.1. NOM-059-SEMARNAT-2010 48
3.6.2. NOM-162-SEMARNAT-2012 49
3.7. Regionalización de CONABIO 61
3.7.1. REGIONES PRIORITARIAS 61
3.7.1.1. Regiones Terrestres Prioritarias 62
3.7.1.2. Regiones Marinas Prioritarias 62
3.7.1.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias 64
3.7.2. Sitios Prioritarios 66

3.7.2.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT) 66
3.7.2.2. Sitios Prioritarios Marinos 67
3.7.2.3. Sitios Prioritarios de Manglar 68
3.7.2.4. Áreas Prioritarias para la Conservación de las Aves (AICAS) 70
3.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 71
3.8.1. Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano 73
3.8.1.1. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano 75
3.8.2. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc 89
3.9. CONCLUSIÓN 93

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL

3.1. INTRODUCCIÓN

La manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo; conforme a su definición plasmada en el artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. De esta forma, en cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como los Artículos 5 y 13 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), de la citada Ley, en este capítulo se presenta la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos en materia ambiental que le son aplicables.

En este apartado se demuestra de manera puntual que el proyecto es viable en cuanto a las disposiciones jurídicas ambientales que le son atribuibles, evidenciando mediante un análisis estricto el cumplimiento a las disposiciones legales, criterios, ordenamientos y disposiciones regulatorias aplicables tanto al caso, como al área en concreto. Con el fin de facilitar la consulta de la información vertida, se incluyen planos de ubicación espacial del proyecto respecto a los diferentes instrumentos jurídicos, así como datos de referencia.

3.2. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo establece las directrices que la sociedad y el gobierno tienen para avanzar y mejorar como País. Este documento traza los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.

3.2.1. Plan Nacional de Desarrollo

El artículo 25 de la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas; y por su parte, el artículo 26 establece que el Estado deberá organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 publicado el 12 de julio de 2019 establece, entre otros temas, el compromiso del Estado Mexicano para impulsar el desarrollo sostenible pues se ha dado cuenta de que es un factor indispensable para el bienestar de la población, por lo que se compromete a satisfacer las necesidades de la generación presente sin

comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

El desarrollo del Proyecto coincide con las diferentes acciones y estrategias propuestas por el poder ejecutivo federal, principalmente con los siguientes lineamientos:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

El desarrollo del Proyecto coincide con las diferentes acciones y estrategias propuestas por el poder ejecutivo federal, principalmente con los siguientes lineamientos:

- **DETONAR EL CRECIMIENTO:** El desarrollo del Proyecto coincide con los criterios de mejores prácticas socioambientales y de empresa responsable, lo que se relaciona en su totalidad con este lineamiento del PND.

- **IMPULSAR LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA, EL MERCADO INTERNO Y EL EMPLEO:** Se vincula el Proyecto con esta línea de acción del gobierno federal y se compromete a ser generador de empleos bien remunerados y con capacitación de gran nivel.

Por otra parte, el PND señala en su apartado II. POLÍTICA SOCIAL, Desarrollo Sostenible, señala que México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible (incluyendo mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos).

De esta forma, para establecer la compatibilidad del Proyecto con el PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 se deberá asegurar que el Proyecto sea sustentable en los ámbitos descritos en el presente párrafo.

3.2.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) tiene como objetivo la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo

sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población.

De esta forma, a continuación, se enlistan los cinco Objetivos prioritarios del PROMARNAT:

1.- Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

2.- Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.

3.- Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.

4.- Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.

5.- Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

En tal virtud, el Proyecto deberá de acatar lo establecido principalmente en los objetivos 1, 2 y 4. Éste último, señala dentro de sus acciones que para reducir las repercusiones de la contaminación atmosférica urbana y rural sobre la salud pública, en nuestro país es preciso impulsar una mejor gestión integral del desempeño ambiental, basada en el monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente. Asimismo, identifica la necesidad de controlar las fuentes principales de emisión, incluyendo la industria de generación de energía eléctrica. Lo anterior, en concordancia con la Agenda 2030, específicamente el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado con garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

3.3. PLANES Y PROGRAMAS ESTATALES

3.3.1. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo

El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 23 de enero de 2023, busca orientar la acción de gobierno para mejorar la calidad de vida de las y los quintanarroenses y fomentar el desarrollo integral, solidario y sostenible en el Estado. Este Plan está integrado por cinco ejes rectores con su respectivo objetivo estratégico:

- **Bienestar social y calidad de vida:** Brindar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, educativos, culturales y de salud a la población, teniendo como eje rector la dignidad humana, poniendo énfasis en la reducción de las brechas

de desigualdad, pobreza, discriminación y condiciones de vulnerabilidad, a través de políticas públicas estratégicas que generen un desarrollo integral, sostenible y solidario.

- **Seguridad Ciudadana:** Garantizar la defensa de los intereses vitales, el bienestar de la ciudadanía y la protección de los bienes jurídicos desde el marco de los valores democráticos y del estado constitucional de derecho, junto a la defensa de la paz, la tolerancia, la libertad, la igualdad y el progreso global, por medio del fortalecimiento de los sectores e instituciones competentes y la participación ciudadana, a fin de reducir la violencia y eficientar la atención al fenómeno delictivo de manera integral y con ello mejorar los niveles de percepción de seguridad en el estado.
- **Desarrollo Económico Inclusivo:** Generar oportunidades y crecimiento económico sostenido a través de programas y políticas orientadas al desarrollo y diversificación económica, creación de empleos dignos, emprendimiento, creatividad e innovación que aseguren inversiones que ofrezcan igualdad de oportunidades, promuevan la cohesión social, se reduzcan las brechas de desigualdad y mejoren los estándares de vida para todas y todos.
- **Medio Ambiente y Crecimiento Sustentable:** Desarrollar infraestructuras modernas, sostenibles, solidarias, resilientes y de calidad, respetuosas del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales que favorezcan el desarrollo sostenible, sustentable e integral y mejoren las condiciones de vida de la población, así como el aumento de las capacidades humanas de desarrollo.
- **Gobierno Honesto, Austero y Cercano a la Gente:** Implementar políticas encaminadas a eliminar todas las formas de corrupción, así como incentivar y promover mecanismos de co-creación, transparencia, rendición de cuentas y evitar la ejecución discrecional del gasto público con el involucramiento y participación activa de la ciudadanía, acrecentando la eficiencia gubernamental y la confianza de la población.

Cada eje contiene Objetivos Generales con visión estratégica, líneas de acción y metas medibles.

Este instrumento considera que la infraestructura de telecomunicaciones es vital para el desarrollo del estado, ya que permite la transmisión de mensajes a través de diversos canales de comunicación de manera oportuna, eficiente y con calidad en todo su territorio. Por ello, se reconoce que impulsar proyectos de ampliación de cobertura será una herramienta valiosa para fomentar la colaboración entre el gobierno y la sociedad.

Es importante tener en cuenta que no todas las comunidades del estado cuentan con una red de fibra óptica que le permita un creciente acceso a la información a través de internet. En muchas de estas comunidades, los principales medios de comunicación son las señales de radio, televisión y medios impresos. Dado que el presente proyecto busca ampliar la red de fibra óptica, se considera congruente con la necesidad de mejorar la infraestructura de telecomunicaciones y proporcionar un mejor acceso a la información a través de internet.

3.4. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

El ordenamiento ecológico en México es una herramienta de política ambiental que tiene como objetivo establecer un marco para la planificación y regulación del uso del suelo y los

recursos naturales, con el fin de promover un desarrollo sustentable y proteger la biodiversidad y los ecosistemas.

El fundamento legal del ordenamiento ecológico se encuentra en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), particularmente en sus artículos 3 y 19; así como el contenido de su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, donde se establece que el ordenamiento ecológico debe ser elaborado por las autoridades federales, estatales y municipales, en coordinación con la sociedad civil y los sectores productivos. El ordenamiento ecológico se realiza a través de un proceso participativo, que incluye la identificación y análisis de los recursos naturales y los impactos ambientales, la definición de objetivos y metas, y la elaboración de estrategias y acciones para alcanzar dichos objetivos.

3.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se publicó en el DOF el 7 de septiembre de 2012, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD) que a su vez es un proceso que permite disponer de mejores instrumentos en los ámbitos de acción global, sectorial, estatal y regional buscando que todos los sectores de la población, en primer instancia se involucren en la formulación del Plan Nacional de Desarrollo que genera cada nueva administración federal, vinculando a las dependencias y entidades estatales y municipales.

En el ámbito ambiental, el POEGT tiene por objetivo llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y áreas sobre las que el Estado ejerce su soberanía, identificando zonas o áreas de atención prioritaria.

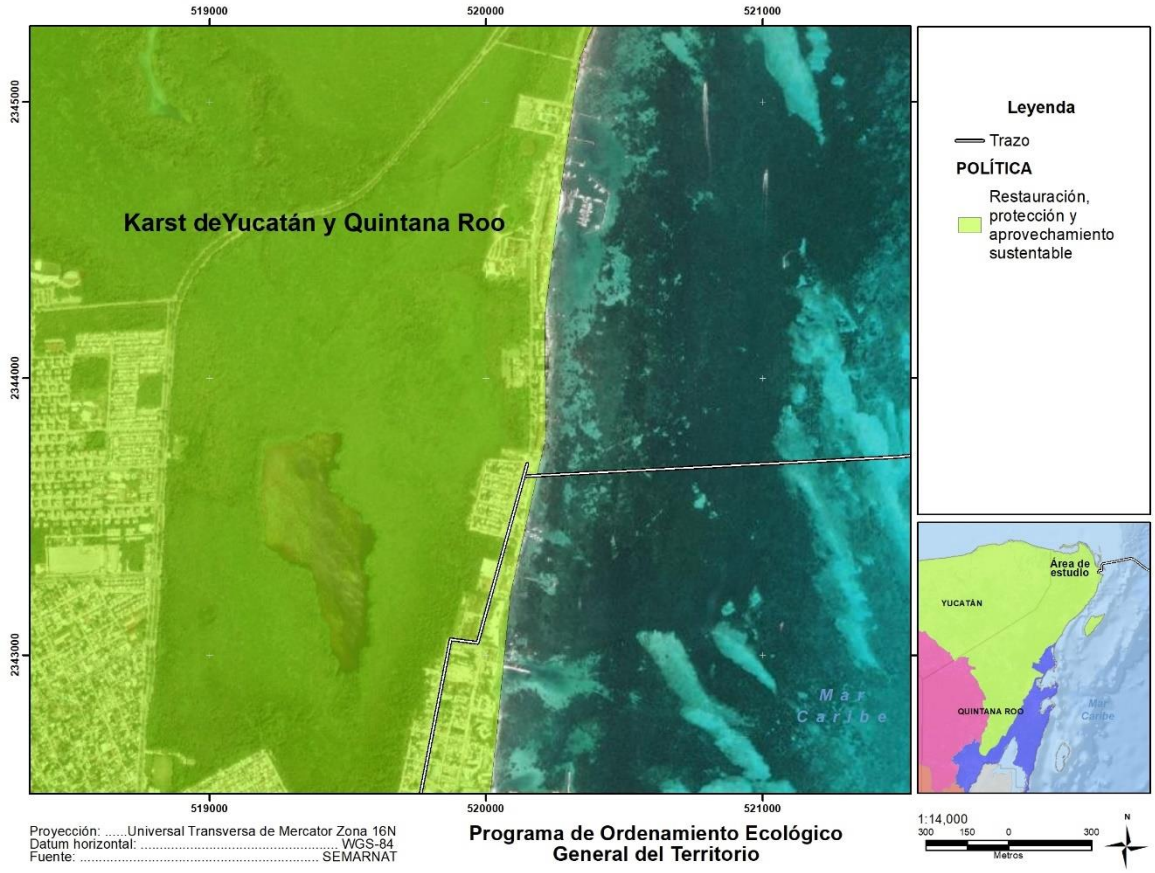
El instrumento en cuestión clasifica al país en 80 Regiones Ecológicas y 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que han sido generadas, zonificadas y regionalizadas conforme a cuatro criterios: 1. Clima; 2. Relieve; 3. Vegetación y 4. Suelo.

El Proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán Ecológica selva cálido-húmeda, clima cálido subhúmedo. Igualmente se encuentra dentro de la Región Ecológica 17.33 y le corresponde la UAB-62 denominada “Karst Yucatán y Quintana Roo”, con ejes rectores del desarrollo la preservación de la flora y fauna y el turismo; ejes coadyuvantes el forestal; asociaciones del desarrollo la agricultura y otros sectores de interés en la ganadería, minería (no mineral) y pueblos indígenas, siendo su política ambiental la protección, preservación y aprovechamiento sustentable bajo un nivel de atención prioritario bajo y estrategias aplicables a la UAB-62, dirigidas a lograr la sustentabilidad del territorio; dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, las siguientes:

Tabla 3.1. Características de la UAB aplicable.

Clave Región	UAB	Nombre de UAB	Ejes Rectores Desarrollo	Ejes Coadyuvantes Desarrollo	Ejes Asociados Desarrollo	Otros Sectores Interés	Política Ambiental	Nivel Atención Prioritaria	Estrategias
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de Flora Fauna Turismo	Desarrollo Social Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	Restauración, Protección, Aprovechamiento Sustentable	Alta	1, 2, 3, 4,5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21 ,22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Figura 3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Si bien este instrumento establece las bases para las políticas públicas de medio ambiente y desarrollo sustentable en la región de que se trata, además sirve como línea basal para los estudios justificativos e hilo conductor de los ordenamientos territoriales y urbanísticos que en el Estado tienden a unificarse en un solo instrumento de planeación y ordenación del territorio, se expresa a continuación cómo coadyuva el Proyecto con las estrategias ecológicas aplicables en la Región Ecológica y Unidad Biofísica en la que éste se inserta:

Tabla 3.2. Vinculación del Proyecto con el POEGT.

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
(1) Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad	El Proyecto adopta estrategias ambientales y de diseño del tendido y características del cable para

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
	evitar la fragmentación de los sistemas de interconexión biológica y zonas sensibles, como se puede apreciar en el Capítulo 2 de esta MIA-P. Asimismo, se implementarán medidas de protección y monitoreo de la biodiversidad marina en la zona afectada por el tendido del cable, como se describe en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
(2) Recuperación de especies en riesgo	El Proyecto no involucra actividades de recuperación de especies en riesgo. Sin perjuicio de lo anterior, en el Programa de Prevención, Recate y Monitoreo se dedicará especial atención al tratamiento de las especies en riesgo.
(3) Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Dentro del Programa de Prevención, Recate y Monitoreo, se realizará un monitoreo continuo de los ecosistemas marinos para evaluar los impactos y tomar medidas correctivas, según los programas descritos en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
(4) Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no realizará estas actividades.
(5) Aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas y pecuarios.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no realizará estas actividades.
(6) Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no realizará estas actividades.
(7) Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no realizará estas actividades.
(8) Valoración de los servicios ambientales.	Se valorarán los servicios ambientales marinos y costeros, integrando dicha valoración en el Capítulo 5, lo que permite la toma de decisiones y el adecuado monitoreo del Proyecto.
(9) Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	NO ES VINCULANTE por tratarse de una carga hacia la Autoridad.
(10) Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	NO ES VINCULANTE por tratarse de una carga hacia la Autoridad.
(11) Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	NO ES VINCULANTE. Por tratarse de una carga administrativa y obligación a cargo de esa autoridad.
(12) Protección de los ecosistemas.	Se llevará a cabo la protección de los ecosistemas mediante la adopción y monitoreo de resultados a partir de las medidas conducentes referidas y descritas para con el Programa de Prevención, Recate y Monitoreo; ambos dentro de la poligonal envolvente del Proyecto, como se describe en el Capítulo 6 de esta MIA-P.
(13) Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no utilizará este tipo de agentes.
(14) Restauración de sistemas forestales y suelos agrícolas.	NO ES VINCULANTE. No se está frente a estos ecosistemas o usos de suelo.
(21) Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	NO ES VINCULANTE por tratarse de una carga a ser cumplida por la Autoridad.
(22) Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	NO ES VINCULANTE por tratarse de obligaciones a carga de las autoridades.
(23) Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)- beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	NO ES VINCULANTE por tratarse de actividades de fomento atendibles por los gobiernos en sus tres niveles.
(31) Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no involucra el desarrollo de ciudades o zonas metropolitanas.

ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS	VINCULACIÓN
(32) Estrategia 32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no está relacionado con la expansión urbana.
(36) Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	NO ES VINCULANTE para este Proyecto.
(37) Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	NO ES VINCULANTE para este Proyecto.
(38) Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	NO ES VINCULANTE. El Proyecto no incluye actividades específicas para el desarrollo de capacidades en personas en condición de pobreza.
(39) Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	NO ES VINCULANTE para este Proyecto.
(40) Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	NO ES VINCULANTE para este Proyecto.
(41) Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	NO ES VINCULANTE para este Proyecto.
(42) Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	NO ES VINCULANTE al Proyecto.
(43) Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos (44) Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil	NO ES VINCULANTE por tratarse de acciones a cargo de las autoridades competentes en los tres niveles de gobierno, según el instrumento de que se trate.

Con base en lo anterior, se demuestra el cumplimiento del Proyecto con este Programa General.

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

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, proporciona protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMyRGMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

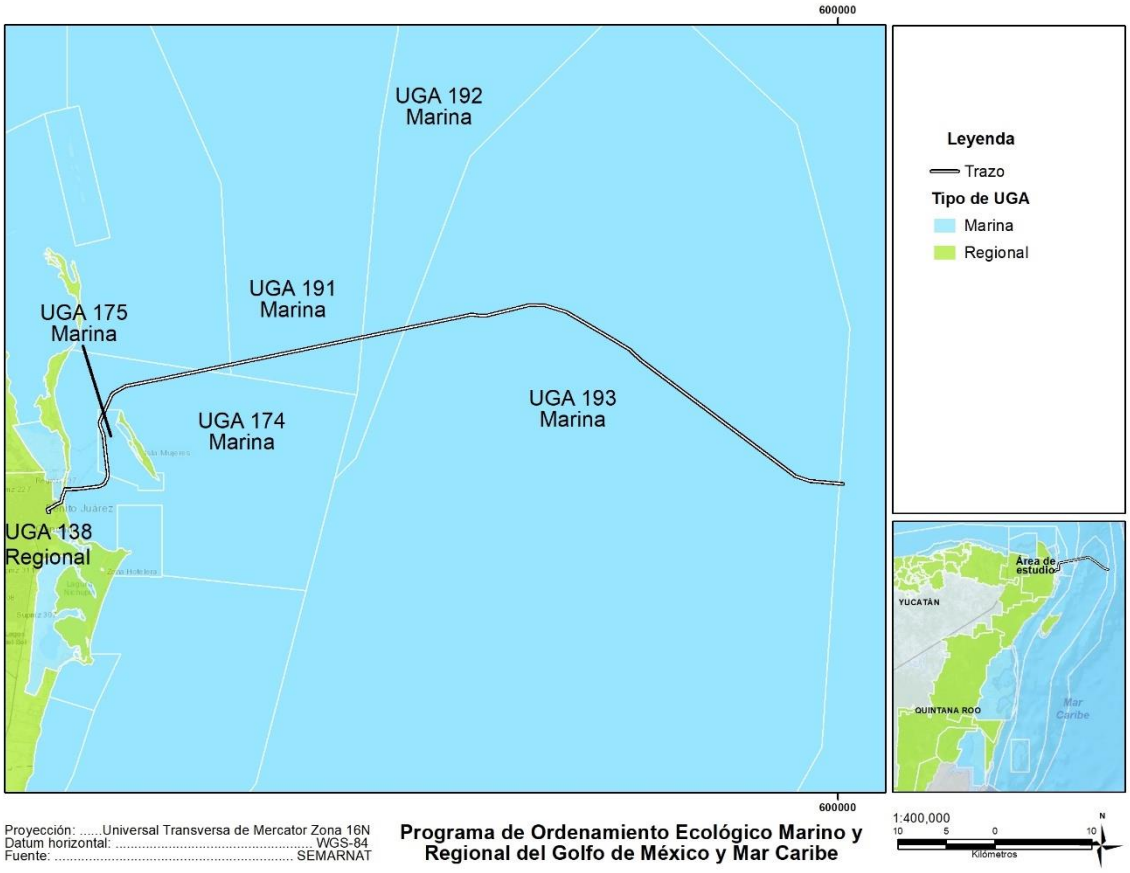
Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.

    - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.
    - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

En el POEMyRGMyMC, el proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) número **138, 174, 175, 191, 192, 193.**

Figura 3.2. Ubicación del Proyecto con relación a la UGA aplicables.



El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. De este modo este instrumento, al igual que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, no tiene como objetivo principal el autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de **las actividades productivos sino orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región**, en congruencia con las prioridades establecidas en el Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes así como de los decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.

Con lo anterior en consideración, el Proyecto se encuentra alineado y es congruente y consistente con las acciones y criterios del POEMyRGMyMC que le son aplicables, tal y como se muestra en la siguiente Tabla 3.3, donde se presentan los criterios generales establecidos por el POEMyRGMyMC. De igual forma, en la Tabla 3.4 se presentan las acciones específicas de las UGA aplicables, así como la vinculación del proyecto con éstas:

Tabla 3.3. Acciones generales establecidas por el POEMyRGMyMC.

CRITERIOS GENERALES	
G001	**Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.**
	Conforme al Anexo 6 del POEMRGMMC[1], la instrumentación de esta acción no es responsabilidad de la Promovente, por lo tanto, no le es aplicable. Adicionalmente esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
G002	**Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.**
	Conforme al Anexo 6 del POEMRGMMC, la instrumentación de esta acción no es responsabilidad de la Promovente, por lo tanto, no le es aplicable. Adicionalmente esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
G003	**Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.**
	La promovente del Proyecto no tiene considerado la creación de una UMA.
G004	**Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas 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).**
	La promovente no pretende realizar actividades extractivas de flora y fauna en ninguna de las etapas del proyecto. Durante el proceso de construcción y operación del proyecto, se implementará capacitación al personal y un supervisor ambiental que verificará el desarrollo adecuado de los procesos. En este sentido, tanto el Programa de Supervisión ambiental (PSA) como otros Subprogramas del Capítulo 6 incluyen acciones encaminadas a la protección y conservación de las especies en riesgo, tales como: • Antes de cualquier actividad de buceo, el auditor ambiental capacitará al personal que trabajará en el área, para la intervención en caso de que exista riesgo de afectar a algún organismo marino enlistado bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, marino bentónico sésil o semisésil que pudiese observarse durante los trabajos y para brindar la información más relevante en cuanto a fragilidad de ecosistemas u organismos presentes en la zona. • El equipo de Supervisión Ambiental realizará colectas manuales de los individuos más conspicuos a lo largo de la ruta que seguirá el cable, en zonas donde la profundidad y características del sitio lo permitan. Los ejemplares serán reubicados en la zona aledaña al área de colecta, en sitios libres de riesgo para los mismos. Se dará especial importancia a los que pertenezcan a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrados a lo largo de la ruta del cable, que puedan ser reubicados.
G005	**Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.**
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del proyecto, en razón de que no se contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	**Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.**
	No se plantea la construcción o desarrollo de obras que impliquen la emisión de gases con efecto invernadero. Sin embargo, para el cumplimiento del criterio, la maquinaria y equipo de combustión interna que sean utilizados para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases, como se identifica en el Programa de Emisiones a la Atmosfera (PEA) descrito en el Capítulo 6 de esta MIA.
G007	**Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de bonos de carbono.**
	La realización de estas acciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo que no es aplicable.
G008	**El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente**
	La promovente del Proyecto no tiene visualizado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.

[1]Anexo 6 del POEMRGMMC. Tabla de responsables de la Instrumentación de las Acciones.

CRITERIOS GENERALES	
G009	**Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.**
	El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad de la promovente del proyecto. No se omite manifestar que la realización del Proyecto no tiene contemplado realizar ningún tipo de comunicaciones terrestres, así como que planificará la instalación del cable para evitar la fragmentación del hábitat, utilizando rutas y áreas previamente intervenidas y conectando con infraestructura existente.
G010	**Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.**
	El presente criterio es aplicable para las autoridades competentes, el Proyecto no tiene contemplado reutilizar áreas agropecuarias.
G011	**Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.**
	El proyecto propone la implementación de medidas adecuadas de mitigación y compensación de los impactos que se prevé serán generados durante la instalación del cable y demás elementos que conforman el proyecto en sus diferentes etapas; de esta forma minimizando y mitigando las posibles afectaciones producidas por el proyecto. Asimismo, el Proyecto minimizará diversas afectaciones al ecosistema costero de la región derivados por huracanes, procesos erosivos y del cambio climático. El Sistema de Manejo y Gestión Sostenible del Proyecto TAF-MX (SMGS-TAF-MX), que se propone y somete a consideración de la H. Autoridad, es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos: • Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto tenga el carácter de un complejo responsable y sustentable. • Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente MIA-P. • Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en el Programa de Ordenamiento aplicable al proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado. • Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
G012	**Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.**
	Este criterio es aplicable para la autoridad, ya que deberá de implementar programas enfocados al cumplimiento del presente criterio.
G013	**Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.**
	Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente no tiene visualizado en ninguna de las etapas que integran el proyecto, la introducción de ningún tipo especie potencialmente invasora.
G014	**Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.**
	Este criterio es aplicable a la autoridad y no al promovente del Proyecto. Se manifiesta que no existen ríos superficiales en el Sistema Ambiental del Proyecto.
G015	**Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.**
	Es una obligación aplicable para la autoridad competente y no para la promovente del Proyecto. Asimismo, dentro del predio del proyecto a ser evaluado, no se localizan cauces de ríos.
G016	**Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.**
	Este criterio no es aplicable para la promovente ya que es una obligación aplicable para la autoridad. Por otra parte, no existen montañas en el área de influencia del proyecto.
G017	**Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.**
	Este criterio es aplicable para la autoridad no para el promovente, sin embargo, no se omite manifestar que el proyecto no considera obras o actividades agrícolas.
G018	**Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la ley de aguas nacionales, la ley general de vida silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.**
	Este criterio no es aplicable al promovente del proyecto. En el área del proyecto no se cuenta con cauces de ríos.

CRITERIOS GENERALES	
G019	**Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este programa de ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades, no para la empresa promovente. Sin perjuicio de lo anterior, no se omitir manifestar que el proyecto se realiza de manera apegada a los instrumentos publicados por las autoridades competentes.
G020	**Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.**
	Este criterio es responsabilidad de las autoridades competentes, además de que el Proyecto contempló este y los demás criterios de los programas de ordenamiento ecológico para realizar el diseño del Proyecto, estableciendo las áreas con ecosistemas frágiles como zonas de conservación.
G021	**Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente. El proyecto no considera desarrollar tecnologías extractivas.
G022	**Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente. El proyecto no considera implementar tecnologías de producción extractivas.
G023	**Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente.
G024	**Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G025	**Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G026	**Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).**
	La promovente manifiesta que en el proyecto no existen gradientes altitudinales. Sin perjuicio de lo anterior, se manifiesta que la caracterización del predio fue considerada durante el diseño del Proyecto, evitando la fragmentación del hábitat presente en el área de estudio y contemplando la estructura física de la zona para ocupar los espacios más susceptibles de ser aprovechados, manteniendo además la conectividad ambiental de los ecosistemas.
G027	**Promover el uso de combustibles de no origen fósil.**
	Este criterio es dirigido a las autoridades competentes en la materia y enlistadas en el Anexo 6 del presente instrumento; por lo que no es vinculante para el Proyecto.
G028	**Promover el uso de energías renovables.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G030	**Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes, y no para el promovente.
G031	**Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.**
	Este criterio es dirigido a las autoridades competentes en la materia y enlistadas en el Anexo 6 del presente instrumento; por lo que no es vinculante para el Proyecto.
G032	**Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes y no para la promovente del proyecto.
G033	**Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes.
G034	**Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.**
	El presente criterio no es responsabilidad de la promovente del proyecto, éste no tiene contemplado la construcción de viviendas y/o edificaciones basadas en la implementación de diseños bioclimáticos.
G035	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.**
	Este criterio no es vinculante al Proyecto. Éste no contempla instalaciones domésticas.
G036	**Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.**

CRITERIOS GENERALES	
	Las actividades descritas en el presente criterio no son compatibles con el conjunto de obras que integran el proyecto.
G037	**Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.**
	El presente criterio no es aplicable a la empresa promovente, ya que su cumplimiento es obligación de las autoridades competentes.
G038	**Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades competentes.
G039	**Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.**
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente. Sin embargo, el proyecto cumple de manera integral con los lineamientos y criterios establecidos en los diversos instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, coadyubando con la autoridad en términos del presente criterio.
G040	**Fomentar la participación de las industrias en el programa nacional de auditoría ambiental.**
	El presente criterio es de cumplimiento para las autoridades competentes en materia del medio ambiente.
G041	**Fomentar la elaboración de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios.**
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente. Sin perjuicio de lo anterior, el presente Proyecto cumple de manera integral con los lineamientos y criterios establecidos en los diversos instrumentos de ordenamiento territorial, coadyubando con la autoridad en términos del presente criterio.
G042	**Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el registro de emisión y transferencia de contaminantes (RETC) y promover el sistema de información de sitios contaminados en el marco del programa nacional de restauración de sitios contaminados.**
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G043	**La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este programa. En su participación para la actualización de la carta nacional pesquera, asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la ley general de pesca y acuacultura sustentable.**
	El cumplimiento al presente criterio no es aplicable a la promovente, es obligación de la SEMARNAT en coordinación con las autoridades competentes en la materia. Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto cooperará con SEMARNAT y adoptará medidas específicas para proteger a las especies marinas durante la instalación y operación del cable submarino.
G044	**Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.**
	El cumplimiento al presente criterio no es aplicable a la promovente, ya que el proyecto no es de naturaleza pesquera.
G045	**Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.**
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G046	**Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.**
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G047	**Impulsar la diversificación de actividades productivas.**
	Es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G048	**Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.**
	El cumplimiento del presente criterio corresponde a las autoridades competentes en materia de Protección Civil. No se omite manifestar que la promovente implementará el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias como parte del SMGS-TAF-MX del proyecto, el cual considera la implementación de campañas preventivas para atender desastres naturales.
G049	**Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.**
	El cumplimiento del presente criterio corresponde a las autoridades competentes en materia de Protección Civil. No se omite manifestar que la promovente implementará el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias como parte del SMGS-TAF-MX del proyecto, el cual considera la implementación de campañas preventivas para atender desastres naturales.
G050	**Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.**

CRITERIOS GENERALES	
	El presente criterio no es aplicable a la promovente, ya que el conjunto de obras que integran el proyecto no contempla la construcción de casas tipo habitación.
G051	**Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.**
	Este criterio es aplicable para las autoridades y no para el promovente. Sin embargo, el proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos que incluye la colocación de señalizaciones que indiquen los procedimientos de separación de residuos y las áreas adecuadas para su acopio temporal.
G052	**Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).**
	Este criterio es aplicable para la autoridad y no para el promovente. Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto implementará medidas adecuadas para el manejo de los residuos mencionados en el presente criterio, siendo descritas en el Capítulo 6 y el SMGS-TAF-MX.
G053	**Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.**
	El presente criterio no es aplicable a la promovente del proyecto, éste no contempla programas y mecanismos para la reutilización de aguas residuales tratadas.
G054	**Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.**
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no al promovente.
G056	**Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.**
	Este criterio es aplicable a las autoridades competentes y no al promovente. El objeto del Proyecto no corresponde a la construcción de sitios de disposición de residuos sólidos.
G057	**Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.**
	Es una obligación aplicable a las autoridades competentes.
G058	**La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.**
	La promovente en cumplimiento del presente criterio manifiesta que el manejo integral de los residuos considerados como peligrosos que sean generados durante las diferentes etapas de construcción que integran proyecto, se realizará de conformidad a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo reglamento, en la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.
G059	**El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el decreto de creación correspondiente.**
	Como se verifica en el apartado correspondiente, se da cumplimiento a los decretos y programas de manejo de las ANP aplicables.
G060	**Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.**
	Para dar cumplimiento al presente proyecto la promovente manifiesta que se tomarán las medidas necesarias para minimizar todo impacto sobre la vegetación acuática generado por la instalación del cable submarino contemplado por el Proyecto. Si bien, tal y como se describe en el Capítulo 5, se prevén impactos mínimos sobre la vegetación, en el Capítulo 6 de la presente MIA se incluyen **medidas de restauración de pastos marinos, incluidas en el Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo**, garantizando la restauración de una superficie equivalente a la afectada, es decir, **uno a uno**. El objetivo es compensar completamente el impacto sobre los pastos marinos, asegurando su recuperación en zonas seleccionadas mediante estudios técnicos que garanticen la viabilidad de su restauración. El proceso incluirá el trasplante de pastos marinos nativos y un monitoreo constante para asegurar el éxito de la restauración.
G061	**La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.**
	Para el cumplimiento del presente criterio se debe de entender que el tendido del cable, se realizará conforme se explica en la presente MIA, los procesos constructivos, instrumentos, maquinaria y materiales que se utilizarán en el Proyecto han sido seleccionados con el objetivo de prevenir y evitar al máximo cualquier posible contaminación al medio ambiente marino. Adicionalmente el SMGS-TAF-MX propuesto en el Capítulo 6 de esta MIA-P, se incluyen medidas y planes de acción aplicables ante el eventual y lejano escenario de contaminación marina, incluyendo la generada por hidrocarburos y fuga de sedimentos, tal y como se describe en el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales.

CRITERIOS GENERALES	
	Dentro de estas acciones, se encuentran: • En el barco cablero, se contará con un área para acopiar temporalmente los residuos sólidos generados • En el barco cablero, se colocarán contenedores con tapa debidamente rotulados y de capacidad adecuada para la cantidad de residuos a generarse en el área diariamente • Los residuos orgánicos e inorgánicas no valorizables o compostables se dispondrán con el servicio recolector del ayuntamiento para su traslado al relleno sanitario • Se realizará la identificación, clasificación, envasado (de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005) y manejo de los residuos peligrosos que pudiesen ser generados durante el desarrollo de Proyecto tomando en consideración lo establecido por la normatividad oficial • Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en contenedores adecuados, debidamente rotulados y con la etiqueta con los datos que indica el art: 46. Fracción IV, del reglamento de la LGPGIR, en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes • Verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas autorizadas por la SEMARNAT
G062	**Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.**
	El presente criterio no es aplicable. El Proyecto no consiste en la realización de actividades agropecuarias.
G063	**Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.**
	Este criterio es únicamente aplicable para las autoridades de los diferentes ámbitos de competencia gubernamental encargadas de desarrollar ordenamientos en materia de pesca y acuicultura.
G064	**La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.**
	Este criterio no es aplicable a la promovente, atendiendo a que el proyecto no incluye la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas.
G065	**La realización de obras y actividades en áreas naturales protegidas, deberá contar con la opinión de la dirección del ANP o en su caso de la dirección regional que corresponda, conforme lo establecido en el decreto y Programa de Manejo del área respectiva.**
	Como se verifica en el apartado correspondiente, se da cumplimiento a los decretos y programas de manejo de las ANP aplicables.

Tabla 3.4. Acciones Específicas establecidas por el POEMyRGMyMC.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
A005.- Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no involucra procesos de distribución de agua.
A006.- Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla el uso de agua de lluvia ni aguas grises.
A007.- Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la creación de áreas destinadas a la conservación o ANP.
A008.- Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.
Este criterio no es vinculante. Se respetarán las playas de anidación de tortugas marinas, y las actividades del Proyecto no afectarán estas áreas, cumpliendo con las regulaciones de conservación existentes, tal y como las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Para lo anterior, en el Programa de Supervisión ambiental (PSA) y el Programa de Prevención, recate y monitoreo (PRM), se incluyen acciones como: - Antes de cualquier actividad de buceo, el auditor ambiental capacitará al personal que trabajará en el área, para la intervención en caso de que exista riesgo de afectar a algún organismo marino enlistado bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. - El equipo de Supervisión Ambiental realizará colectas manuales de los individuos más conspicuos a lo largo de la ruta que seguirá el cable, en zonas donde la profundidad y características del sitio lo permitan. Los ejemplares serán reubicados en la zona aledaña al área de colecta, en sitios libres de

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
riesgo para los mismos. Se dará especial importancia a los que pertenezcan a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrados a lo largo de la ruta del cable, que puedan ser reubicados.
A009.- Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.
Este criterio no es vinculante, debido a que es dirigido a las autoridades correspondientes. Sin perjuicio de lo anterior, en caso de ser requerido, el Proyecto colaborará con las autoridades para asegurar que no se perturben las zonas de anidación y reproducción de tortugas marinas.
A010.- Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye el financiamiento de actividades de conservación de tortugas marinas.
A011.- Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con la restauración de la cobertura vegetal ni con la frontera agropecuaria.
A012.- Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.
La zona de aterrizaje del cable no afectará dunas costeras, tal y como se demuestra en los Capítulos 2, 4 y 7 de la presente MIA.
A013.- 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.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a las autoridades correspondientes por medio del establecimiento de regulaciones particulares. Sin embargo, se implementarán las medidas necesarias para evitar la introducción de especies invasoras durante las actividades marítimas del Proyecto, cumpliendo con la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
A014.- Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.
Este criterio no es vinculante debido a que es dirigido a las autoridades correspondientes enlistadas en el Anexo 6 de este instrumento.
A015.- Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la reubicación de instalaciones existentes sobre las dunas arenosas.
A016.- Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la creación de corredores biológicos.
A017.- Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye programas de restauración de zonas degradadas.
A018.- 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).
Este criterio no es vinculante, debido a que es dirigido a las autoridades correspondientes. Sin perjuicio de lo anterior, se implementarán medidas de protección para especies en riesgo, asegurando el cumplimiento con la NOM-059 SEMARNAT-2010, como se identifica en el Programa de Supervisión Ambiental descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA. Particularmente, el equipo de Supervisión Ambiental realizará colectas manuales de los individuos más comunes a lo largo de la ruta que seguirá el cable, en zonas donde la profundidad y características del sitio lo permitan. Los ejemplares serán reubicados en la zona aledaña al área de colecta, en sitios libres de riesgo para los mismos. Se dará especial importancia a los que pertenezcan a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT2010 encontrados a lo largo de la ruta del cable, que puedan ser reubicados.
A019.- Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla programas de remediación de residuos.
A021.- Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con el control de emisiones y descargas en zonas industriales y urbanas.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
A022.- Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no implica la remediación de áreas afectadas por hidrocarburos. Sin que sea óbice de lo anterior, el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los huracanes, entre otros; y los provocados por el hombre como derrames de sustancias peligrosas.
A023.- Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no implica la remediación de áreas afectadas por hidrocarburos. Sin que sea óbice de lo anterior, el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los huracanes, entre otros; y los provocados por el hombre como derrames de sustancias peligrosas.
A024.- Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y partículas.
A025.- 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.
Este criterio no es vinculante, ya que es dirigido a las autoridades correspondientes con el fin de promover la participación. Sin embargo, en el Capítulo 6, particularmente el Programa de Manejo Integral de Residuos, se establecen medidas para el adecuado manejo de los Residuos Peligrosos que se generen, incluyendo: La identificación, clasificación, envasado (de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005) y adecuado manejo de estos residuos, así como verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas autorizadas por la SEMARNAT.
A026.- Promover e impulsar el uso de tecnologías 'Limpias' y 'Ambientalmente amigables' en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no involucra industrias que utilicen tecnologías 'Limpias'.
A027.- Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
El Proyecto tiene una injerencia mínima en la superficie ocupada por las playas, entrando únicamente 9.9 metros fuera del área marina, con el objeto de evitar perturbaciones, asegurando un diseño compacto y eficiente de las instalaciones. Asimismo, su conexión será a infraestructura operada por una empresa de telecomunicaciones que cuente con las autorizaciones correspondientes, y, una vez completada la instalación, el cable se encontrará enterrado de tal forma que no ocupe superficie en la playa; tal y como se describe en el Capítulo 2 de esta MIA.
A028.- Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.
El Proyecto tiene una injerencia mínima en la superficie ocupada por las playas, entrando únicamente 9.9 metros fuera del área marina, con el objeto de evitar perturbaciones, asegurando un diseño compacto y eficiente de las instalaciones. Asimismo, su conexión será a infraestructura operada por una empresa de telecomunicaciones que cuente con las autorizaciones correspondientes, y, una vez completada la instalación, el cable se encontrará enterrado de tal forma que no ocupe superficie en la playa; tal y como se describe en el Capítulo 2 de esta MIA.
A029.- Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.
Este criterio no es vinculante debido a que hace referencia a la promoción, sin embargo, debido a la naturaleza del Proyecto, se preservará el perfil de la costa y los patrones naturales de circulación, asegurando que las actividades del Proyecto no interfieran con estas características naturales.
A030.- Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.
Se emplearán tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen cualquier impacto al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras durante la instalación del cable submarino. Para lo anterior, e realizará la instalación del cable depositándolo con apoyo de flotadores en las zonas someras, y ocupando embarcaciones de menor tamaño.
A031.- Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.
El Proyecto se ubica fuera de un sistema lagunar, por lo que este criterio no es vinculante.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
A032.- Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.
Se mantendrán las características naturales, físicas y químicas de las playas y dunas costeras durante la instalación y operación del cable submarino. Para lo anterior, se ejecutará la supervisión descrita en el Capítulo 6 de la presente MIA, además de que se realizaron estudios específicos para identificar la mejor ruta del tendido del Cable (ANEXO 4.2. de esta MIA "Caracterización de la biota marina")
A033.- Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la infraestructura de energía eólica.
A034.- Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con la construcción de viviendas y edificaciones.
A037.- Promover la generación energética por medio de energía solar.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la generación de energía solar.
A038.- Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no involucra el uso de residuos agrícolas para la generación de energía.
A040.- Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye actividades de producción acuícola.
A042.- Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano.
A043.- Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no involucra industrias que necesiten registrarse en el RETC.
A043.- La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a la SEMARNAT. Sin perjuicio de lo anterior, el Programa de Supervisión Ambiental incluido en el Capítulo 6 de la presente de cualquier actividad de buceo, el auditor ambiental capacitará al personal que trabajará en el área, para la intervención en caso de que exista riesgo de afectar a algún organismo marino.
A044.- Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
A045.- Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla el servicio de transporte público.
A046.- 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.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto se asegurará de cumplir con los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de las embarcaciones involucradas en la instalación del cable. Para lo anterior, el Programa de Manejo Integral de Residuos incluye las siguientes acciones, enlistadas de manera enunciativa mas no limitativa: • En el barco cablero, se contará con un área para acopiar temporalmente los residuos sólidos generados. • En el barco cablero, se colocarán contenedores con tapa debidamente rotulados y de capacidad adecuada para la cantidad de residuos a generarse en el área diariamente • Se colocarán señalizaciones que indiquen los procedimientos de separación de residuos y las áreas adecuadas para su acopio temporal. • Realizar bitácoras de acopio temporal y recolección de los residuos reciclables, acorde a lo señalado en el artículo 62 de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo. • Se realizará la identificación, clasificación, envasado (de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005) y manejo de los residuos peligrosos que pudiesen ser generados durante el desarrollo de Proyecto tomando en consideración lo establecido por la normatividad oficial.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
• Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en contenedores adecuados, debidamente rotulados y con la etiqueta con los datos que indica el art: 46. Fracción IV, del reglamento de la LGPGIR, en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes. • Verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas autorizadas por la SEMARNAT.
A047.- Impulsar la diversificación de actividades productivas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la diversificación de actividades productivas.
A048.- Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con actividades pesqueras.
A049.- Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la construcción o modernización de infraestructura portuaria.
A050.- Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano o de Conurbación.
A051.- Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la construcción de caminos rurales.
A052.- Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con actividades agrícolas o de uso de la tierra.
A053.- Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no implica actividades productivas extensivas.
A054.- Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas.
A055.- Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con programas de apoyo a la producción agropecuaria.
A057.- Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto asegurará que no se establezcan instalaciones en zonas de riesgo, cumpliendo con las normativas para proteger humedales, dunas costeras y manglares.
A058.- Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la reubicación de personas fuera de zonas de riesgo.
A059.- Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la dotación de equipamiento a localidades estratégicas.
A060.- Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la creación o mejora de sistemas de alerta temprana.
A061.- Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye mejoras en viviendas o infraestructura social.
A062.- Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a las autoridades competentes en la materia. Sin que sea óbice de lo anterior, como se demuestra en el Programa de Manejo Integral de Residuos incluido en el Capítulo 6, el Proyecto adoptará prácticas y medidas para el manejo adecuado de residuos peligrosos generados durante la instalación y operación del cable submarino.
A063.- Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la instalación u optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
A064.- Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la conexión de viviendas a sistemas de aguas residuales.
A065.- Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no está relacionado con programas de recuperación y mejoramiento de suelos.
A066.- Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la mejora de plantas de tratamiento de aguas residuales.
A067.- Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la captación de aguas pluviales.
A068.- Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a las autoridades competentes en la materia. Sin que sea óbice de lo anterior, como se demuestra en el Programa de Manejo Integral de Residuos incluido en el Capítulo 6, el Proyecto se asegurará de manejar integralmente los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental.
A069.- Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a las autoridades competentes en la materia. Sin que sea óbice de lo anterior, como se demuestra en el Programa de Manejo Integral de Residuos incluido en el Capítulo 6, el Proyecto se asegurará de manejar integralmente los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental.
A070.- Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la realización de campañas de colecta de residuos sólidos. Sin embargo, el Capítulo 6, específicamente el Programa de Manejo Integral de Residuos incluye medidas y acciones encaminadas al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos.
A071.- Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye acciones coordinadas entre el sector turismo y el sector conservación.
A072.- Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la operación de desarrollos turísticos.
A073.- Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la construcción, modernización o ampliación de infraestructura portuaria de gran tamaño.
A074.- Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla infraestructura portuaria de gran tamaño.
ZMC-01.- Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura en áreas con comunidades arrecifales, tal y como se demuestra en el Capítulo 2 de esta MIA. El tendido del cable fue diseñado de tal forma que evite la afectación de zonas y ecosistemas sensibles, como los arrecifes. Para esto,

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
se tomó en consideración el estudio incluido como ANEXO 4.2 de esta MIA, titulado "Caracterización de la biota marina".
ZMC-02.- Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.
El Proyecto asegurará la conservación y preservación de los pastos marinos, evitando su afectación y pérdida, tal y como se demuestra en el Capítulo 2 de esta MIA. El tendido del cable fue diseñado de tal forma que evite la afectación de zonas y ecosistemas sensibles, como lo son los arrecifes. Para esto, se tomó en consideración el estudio incluido como ANEXO 4.2 de esta MIA, titulado "Caracterización de la biota marina". Asimismo, como medida de compensación ambiental, el Proyecto implementará **medidas de restauración de pastos marinos, incluidas en el Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo**, garantizando la restauración de una superficie equivalente a la afectada, es decir, **uno a uno**. El objetivo es compensar completamente el impacto sobre los pastos marinos, asegurando su recuperación en zonas seleccionadas mediante estudios técnicos que garanticen la viabilidad de su restauración. El proceso incluirá el trasplante de pastos marinos nativos y un monitoreo constante para asegurar el éxito de la restauración.
ZMC-03.- Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla la captura de especies de vida silvestre.
ZMC-04.- Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.
El Proyecto garantiza la conservación y protección de los ecosistemas sensibles, evitando su afectación como se detalla en el Capítulo 2 de esta MIA. El trazado del cable fue cuidadosamente diseñado a partir de los estudios realizados por la Dra. Claudia Padilla (ANEXO 4.2 "Caracterización de la biota marina"), lo que asegura un enfoque basado en rigor científico para minimizar cualquier impacto ambiental. Este proceso de diseño prioriza la protección de áreas vulnerables, como los arrecifes, preservando su integridad. La instalación y sujeción del cable responde a las características del entorno, incluyendo la profundidad del agua, el tipo de hábitat y sustrato, y las normativas aplicables. En las secciones siguientes se presenta una descripción general de los procedimientos de instalación considerados en el Proyecto. Además, el uso de tecnología avanzada, como software especializado para el tendido de cables y un sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS), permite un control preciso de la posición y trayectoria de la embarcación, logrando una instalación eficiente mediante el uso de propulsores y hélices, sin recurrir a anclas.
ZMC-05.- La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.
El Proyecto no contempla la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en zonas arrecifales.
ZMC-06.- La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.
Este criterio no es vinculante. No se contemplan estructuras promotoras de playa.
ZMC-07.- Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto prohibirá el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos en cuerpos de agua. Asimismo, en el Programa de Seguridad y Atención Contingencias Ambientales se establecen medidas de acción inmediata en caso de derrames.
ZMC-08.- Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla actividades recreativas marinas.
ZMC-09.- Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.

Vinculación con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC
Este criterio no es vinculante. Como se demuestra a lo largo de la presente MIA, el Proyecto cuenta con los estudios específicos necesarios para garantizar que no haya impactos adversos en las comunidades arrecifales, ya que estos fueron considerados para el diseño del tendido del Proyecto.
ZMC-10.- Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.
El Proyecto promoverá la difusión de las normas ambientales entre el personal y las embarcaciones involucradas en la instalación del cable, tal y como se describe en el Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales, así como el Programa de Supervisión Ambiental, ambos incluidos en el Capítulo 6 de la presente MIA.
ZMC-11.- Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.
La naturaleza del Proyecto, que contempla exclusivamente la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no implica la necesidad de realizar actividades de canalización o dragado que requieran el uso de mallas geotextiles para evitar la dispersión de sedimentos. Sin embargo, para proteger los recursos naturales y minimizar cualquier riesgo potencial de dispersión de sedimentos, se implementarán las siguientes medidas preventivas: • Las embarcaciones de calado mayor que serán empleadas para la instalación del cable operarán únicamente en aguas profundas, lo que elimina el riesgo de accidentes y de resuspensión de sedimentos en zonas someras, particularmente aquellos provocados por las propelas. • Las operaciones de instalación serán realizadas desde un buque especializado, que tiene la capacidad de avanzar a baja velocidad y con control preciso de posicionamiento, lo que asegura que la dispersión de sedimentos será prácticamente nula. Estas medidas, detalladas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** incluido en el Capítulo 6 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), garantizan la protección efectiva de los ecosistemas marinos sin la necesidad de recurrir a mallas geotextiles.
ZMC-12.- La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no incluye la construcción de muelles de gran tamaño.
ZMC-13.- Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.
Este criterio no es vinculante. El Proyecto no contempla el uso de embarcaciones para la pesca comercial o deportiva.
ZMC-14.- Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.
Este criterio no es vinculante, considerando que es dirigido a las autoridades competentes enlistadas en el Anexo 6 de este instrumento de ordenamiento ecológico.

Con lo anterior en consideración, se demuestra que el Proyecto da cumplimiento a lo establecido en este Programa de Ordenamiento Ecológico.

3.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de julio de 2005 y modificado el 27 de febrero de 2014, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POEL BJ) sitúa a una mínima porción del Proyecto dentro de las siguientes Unidades de Gestión Ambiental (POEQROO, 2014), como se demuestra en la Figura 3.3.

Figura 3.3. Ubicación del Proyecto con relación al POEL-BJ.

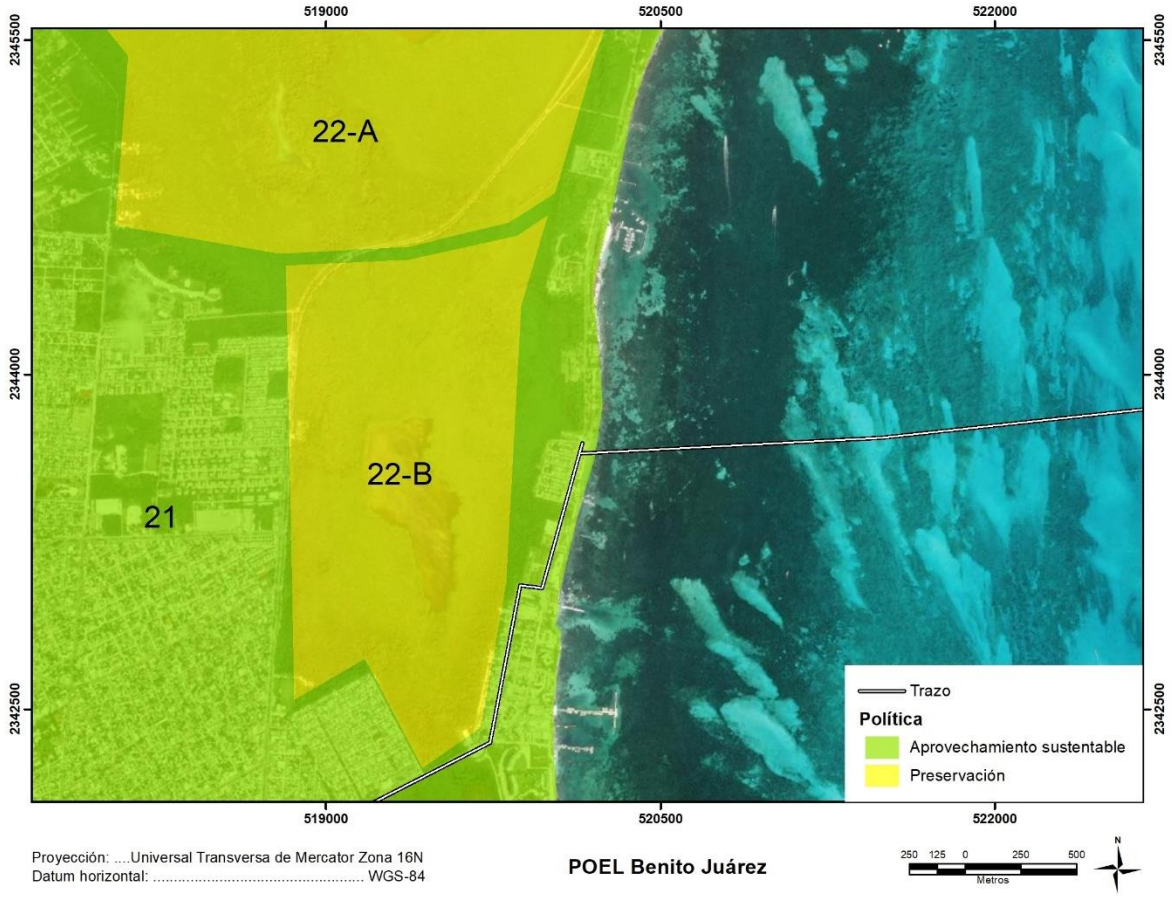


Figura 3.4. Ubicación del Proyecto con relación a los 20 metros de ZOFEMAT.



El proyecto en cuestión se desarrolla principalmente en la zona marina y la zona federal marítimo terrestre, áreas que pertenecen exclusivamente al dominio de la federación. Como se presenta en la vinculación correspondiente con la Ley General de Bienes Nacionales, en su Artículo 7, establece claramente que las aguas marinas interiores, el mar territorial, las playas marítimas y la zona federal marítimo terrestre son bienes de uso común. Específicamente, la zona federal marítimo terrestre se define como una franja de veinte metros de ancho de tierra firme contigua a las playas, y en el caso de marinas artificiales o esteros dedicados a la acuacultura, esta franja no excederá de tres metros.

De acuerdo con la Ley Federal del Mar, las zonas marinas mexicanas donde se desarrollará el proyecto comprenden el Mar Territorial, las Aguas Marinas Interiores, la Zona Contigua y la Zona Económica Exclusiva. Estas zonas están claramente delimitadas dentro de la normativa correspondiente.

Por otro lado, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en su Artículo 20 BIS 4, establece que los programas de ordenamiento ecológico local (POEL) son expedidos por las autoridades municipales y tienen aplicabilidad en el territorio municipal. Estos programas tienen como objetivo regular los usos del suelo, proteger el ambiente, y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales en áreas fuera de los centros de población, así como dentro de los centros de población.

Dado que el proyecto se ubica mayoritariamente en áreas que son competencia exclusiva de la federación (zonas marinas y zona federal marítimo terrestre), la aplicabilidad del POEL es limitada a una porción mínima del mismo. El POEL regula principalmente el territorio municipal, por lo que su aplicación se restringe a aquellas áreas del proyecto que se encuentren dentro de los límites municipales y no en las zonas federales descritas. Bajo tal tesitura, la mayor parte del proyecto se desarrolla en áreas bajo la jurisdicción exclusiva de la federación, por lo que únicamente se realizará la vinculación con los Criterios del POEL que sean directamente relacionados con el Proyecto:

Tabla 3.5. Vinculación con los Criterios Generales del POEL-BJ.

CRITERIOS GENERALES POEL BJ	
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "*sin vegetación aparente*" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.
Se dará cumplimiento a este Criterio, con base en que, como se describe en el Capítulo 2 de esta MIA, el Proyecto se conectará a infraestructura desarrollada por alguna empresa de telecomunicaciones en el área, misma que deberá contar con todos los permisos y autorizaciones correspondientes. Asimismo, en el Capítulo 4 se presenta la zonificación del área de estudio, misma que sirvió para definir las áreas de tendido del Proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, es importante destacar que el Proyecto se encuentra en la Zona Marina y ZOFEMAT, por lo que este instrumento se ubica fuera de su alcance o área de aplicación.	
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.
El Proyecto no contempla la construcción de caminos o bardas que interrumpan la conectividad ecosistémica.	
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.
Si bien el Proyecto está relacionado con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población, como lo es el internet y se refleja en el Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027; el Proyecto no contempla la construcción de nuevos caminos de acceso.	
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.
El Proyecto no incluye el manejo de especies exóticas.	
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.
El Proyecto es una vialidad urbana municipalizada, por lo que no se afectarán propiedades privadas.	
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.
No existen vestigios arqueológicos en el sitio. Sin embargo, en caso de identificarse, el Proyecto reportará cualquier hallazgo de vestigios arqueológicos al INAH y obtendrá las autorizaciones correspondientes antes de continuar con la instalación del cable.	
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.
No se utilizará el derecho de vía en los tendidos de energía eléctrica para asentamientos humanos.	
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y

CRITERIOS GENERALES POEL BJ	
	afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.
El Proyecto instalará la infraestructura de comunicación (cable de fibra óptica) de manera subterránea para evitar la contaminación visual y fragmentación de ecosistemas.	
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión
El Proyecto no contempla la construcción de caminos y carreteras que requieran reforestación de taludes.	
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.
El Proyecto garantiza la conservación y protección de los ecosistemas sensibles, evitando su afectación como se detalla en el Capítulo 2 de esta MIA. El trazado del cable fue cuidadosamente diseñado a partir de los estudios incluidos en el ANEXO 4.2 de esta MIA, correspondiente al estudio de "Caracterización de la biota marina", así como los estudios batimétricos; lo que asegura un enfoque basado en rigor científico para minimizar cualquier impacto ambiental y evitar la interrupción de la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.
Los residuos derivados de la construcción serán manejados de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 6 de la presente MIA-P. Adicionalmente, por lo que respecta a los residuos peligrosos, serán manejados y trasladados por una empresa especializada que será subcontratada para enviarlos a destino final en un lugar autorizado por la autoridad, lo anterior se describe de manera detallada en el capítulo 6 de la presente MIA-P. Lo anterior se verifica en el Programa de Manejo Integral de Residuos.	
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.
El Proyecto dispondrá de los residuos sólidos únicamente en los sitios previamente aprobados. Lo anterior se puede verificar en el Programa de Manejo Integral de Residuos incluido en el Capítulo 6 de esta MIA.	
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.
El Proyecto dará cumplimiento y contará con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos.	
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.
Todos los insumos para la construcción provendrán de bancos de material autorizados.	

Finalmente, se presenta la vinculación con los criterios de índole urbana incluidos en este POEL:

Tabla 3.6. Vinculación con los Criterios Urbanos del POEL-BJ.

CRITERIOS APLICABLES DEL POEL BJ	
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.
A través del Programa de Manejo Integral de Residuos incluido en el SMGS-TAF-MX y descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA-P, se específica el manejo de los residuos y la atención a este criterio.	
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.
Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente no tiene visualizado en ninguna de las etapas que integran el proyecto, la introducción de ningún tipo especie potencialmente invasora.	
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.
El Proyecto asegurará que las autorizaciones municipales y concesiones de la zona federal marítimo terrestre sean congruentes con los usos de suelo estipulados por el Estado o Municipio. En este sentido, es importante destacar que el Proyecto se conectará a infraestructura operada por una empresa de telecomunicaciones, que deberá contar con las autorizaciones correspondientes.	
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

CRITERIOS APLICABLES DEL POEL BJ	
El Proyecto respetará la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, asegurando servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre.	
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.
El Proyecto incorporará medidas preventivas para minimizar el impacto negativo en las playas aptas para la anidación de tortugas marinas, durante las temporadas de arribo y anidación. Lo anterior se identifica en el Programa de Supervisión Ambiental descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA, así como la vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2010 incluida en este Capítulo.	
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: - Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. - Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. - Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. - Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. - Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas
El Proyecto no incluye la rehabilitación de dunas o la creación de infraestructura de retención de arena.	
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.
El Proyecto implementará medidas precautorias en las playas de anidación de tortugas marinas para minimizar impactos negativos durante las temporadas de anidación. Lo anterior se identifica en el Programa de Supervisión Ambiental descrito en el Capítulo 6 de la presente MIA, así como la vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2010 incluida en este Capítulo.	
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Conforme al Programa de Prevención, Recate y Monitoreo, el equipo de Supervisión Ambiental realizará colectas manuales de los individuos más conspicuos a lo largo de la ruta que seguirá el cable, en zonas donde la profundidad y características del sitio lo permitan. Los ejemplares serán reubicados en la zona aledaña al área de colecta, en sitios libres de riesgo para los mismos. Se dará especial importancia a los que pertenezcan a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT2010 encontrados a lo largo de la ruta del cable, que puedan ser reubicados.	
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.
El Proyecto no contempla la instalación de tuberías de drenaje pluvial ni la extracción o depósito de arena en las dunas.	
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).

CRITERIOS APLICABLES DEL POEL BJ	
El Proyecto asegurará que cualquier construcción de infraestructura permanezca fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.
El Proyecto asegurará que cualquier construcción de infraestructura permanezca fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.
El Proyecto no contempla la extracción de arena en la franja litoral del municipio.	

A través de las tablas recién presentadas, se demuestra el cumplimiento del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

3.4.4. Programas de Desarrollo Urbano

Los programas de desarrollo urbano en México tienen como fundamento jurídico la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), la normatividad estatal correspondiente y los instrumentos municipales oportunos.

La LGAHOTDU establece que los programas de desarrollo urbano son instrumentos de planeación que tienen como objetivo orientar y regular el crecimiento de los centros de población, en coordinación con las políticas nacionales de desarrollo, el ordenamiento territorial y la protección del medio ambiente. Estos programas deben ser elaborados por las autoridades municipales, con la participación de la sociedad civil y los sectores productivos.

Estos Programas deben contener un diagnóstico de la situación actual del centro de población, así como una visión de futuro y objetivos de desarrollo urbano que se quieran alcanzar. También deben establecer las políticas, programas y proyectos que se requieren para lograr esos objetivos, y los mecanismos para su implementación, evaluación y seguimiento.

3.4.4.1. Plan de Desarrollo Municipal Benito Juárez

Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 17 de abril de 2019, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018 -2030 (PMDU-BJ), este instrumento establece “Distritos”, lo que se refiere al espacio territorial que subdivide al centro de población con fines de ordenamiento territorial (POEQROO, 2019). En este sentido, el área sujeta a este Ordenamiento se distribuye en 22 Distritos, señalando las siguientes Políticas:

- **Conservación:** Orientada a mitigar los efectos negativos al desarrollo urbano sobre el patrimonio natural y cultural. Aplicándose en áreas que requieran ser preservadas

- **Consolidación:** Dirigida a ordenar, regular y desarrollar la consolidación de la estructura urbana y de las construcciones existentes.

- **Crecimiento:** Dirigida a ordenar, regular y desarrollar la expansión física de la superficie urbana en el centro de población a fin de lograr un conveniente aprovechamiento de la infraestructura, equipamiento y servicios existentes.

- **Mejoramiento:** Dirigida al mejoramiento de la estructura urbana y de las construcciones existentes y con la realización de nuevos proyectos con objeto de mejorar la calidad de vida de todo el contexto urbano.

- **Reciclamiento:** Dirigida a ordenar, regular y desarrollar la renovación urbana y de infraestructura obsoleta, espacios subutilizados, deteriorados, construcciones abandonadas fomentando la realización de nuevos comercio y viviendas.

Es importante destacar que, por tratarse de bienes comunes la mayoría de zonas marinas y ZOFEMAT donde se realizará las obras de tendido y enterrado del cable de fibra óptica, la jurisdicción competente, así como la legislación aplicable al proyecto en comento es la federal, quedando fuera de la jurisdicción estatal y local.

Figura 3.5. Ubicación del Proyecto con relación al PMDU-BJ.

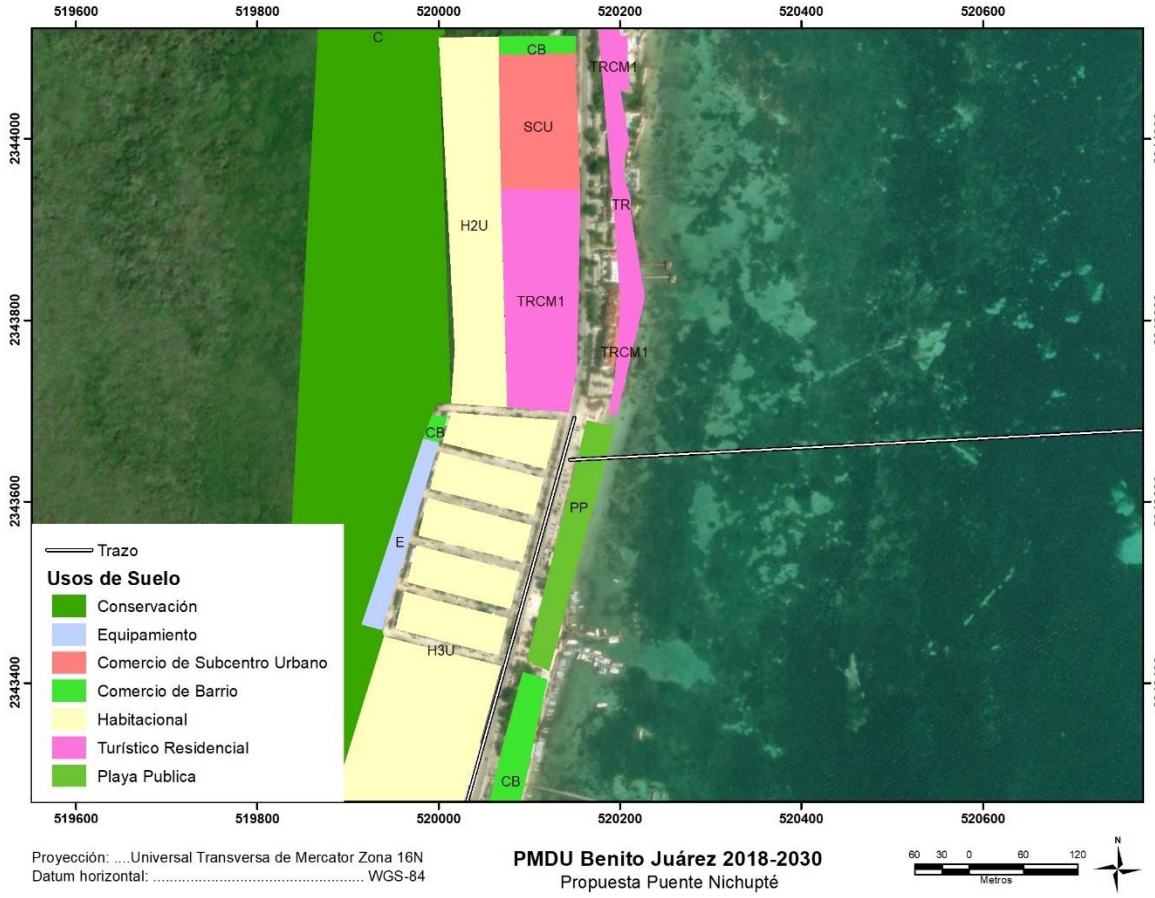


Figura 3.6. Ubicación del Proyecto con relación a los 20 metros de ZOFEMAT.



3.4.4.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022 (en lo sucesivo el PDU Cancún), fue publicado el día 17 de septiembre de 2022 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Es importante destacar que, por tratarse de bienes comunes la mayoría de zonas marinas y terrestres donde se realizaran las obras de tendido y enterrado del cable de fibra óptica, la jurisdicción competente, así como la legislación aplicable al proyecto en comento es la federal, excusando a la jurisdicción estatal y local.

3.5. INSTRUMENTOS LEGALES (LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES)

Las Leyes Generales son normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional cuya formulación compete a la Federación en cumplimiento de sus atribuciones, y que surgen para normar determinado campo específico. A continuación, se presenta una lista de las principales Leyes Generales y Federales en la materia a las que el proyecto deberá dar cumplimiento, o bien, sus autorizaciones deberán de acatar. Nuevamente refiriendo al

artículo 133 de la Constitución Federal, se señala que la misma, en conjunto con las Leyes que emanen del Congreso de la y todos los Tratados Internacionales en los que México forma parte; serán la Ley Suprema del Estado. Aunado a lo anterior, la Tesis P. VIII/2007 emitida por el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, visible en la página 6 del Tomo XXV del mes de abril de 2007; señala que el artículo constitucional previamente citados se refiere, no a las Leyes Federales, sino a aquellas que inciden en todos los órdenes jurídicos parciales que integran al Estado Mexicano, es decir, las Leyes Generales.

Por su parte, las Leyes Federales regulan las atribuciones conferidas a determinados órganos con el objeto de trascender únicamente al ámbito federal

3.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917 es la norma fundamental o "Carta Magna" de nuestro país, establecida para regir jurídicamente a la República Mexicana. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordinación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas (Diario Oficial de la Federación, 2023).

Aunado a lo anterior, la CPEUM precisa las bases para el gobierno y la organización de las instituciones, así como los derechos y los deberes de la ciudadanía mexicana; separándose en dos apartados generales: La parte *dogmática* y la parte *orgánica,* siendo la primera la que establece los derechos y libertades con los que cuenta toda persona en la República, y la segunda, la que enuncia la organización de los poderes públicos con sus respectivas competencias.

Esta Constitución Federal señala en su artículo 133 lo siguiente:

> *"Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la república, con aprobación del Senado, serán la ley suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados"*[2]

En tal virtud, se entiende que la Ley Suprema del Estado está constituida por tres entes:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Las Leyes Generales.
- Los Tratados Internacionales a los que México pertenezca.

En cumplimiento a esta norma fundamental, se manifiesta lo siguiente:

El artículo 1º establece que todos gozaremos de los *Derechos Humanos* reconocidos en esta Constitución y en los Tratados Internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte. Es importante reconocer que, por medio de lo establecido en este numeral, la *Carta Magna* no se limita a otorgar derechos, sino que reconoce a los demás que existan en los Tratados a los que México esté adherido. Con lo anterior en consideración, la gama de

[2] Diario Oficial de la Federación. (2023). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (pág. 148). Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf (Publicación original en 1917)

Derechos Humanos se extiende a distintos ordenamientos y Legislaciones cuyo fin es preservar, reconocer y fomentar los derechos inherentes del hombre.

En consecuencia, la Promovente se da por enterada de esto y manifiesta que lo tomará en consideración en todo momento, respetando e impulsando Derechos Humanos plasmados tanto en la Constitución Federal, como en los diversos instrumentos de la misma índole. De esta forma, el proyecto tomará como directrices los siguientes Derechos, citándolos de manera indicativa, más no limitativa:

a) Derecho a la vida digna
b) Derecho a la salud
c) Derecho a un medio ambiente sano

Aunado a lo anterior, se manifiesta que se respetará al pie de la letra lo que establece el artículo 4to de nuestra Carta Magna, mismo que se transcribe a continuación:

> *Artículo 4o.*
>
> *[…]Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. […]*

Este artículo, así como demás referentes a Derechos Fundamentales, presenta una obligación correlativa de su respeto que no sólo se dirige a las autoridades, sino también a los gobernados. De esta forma, y de acuerdo con este numeral, toda persona deberá gozar el derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, desarrollándose en dos aspectos[3]:

a) La obligación de respetar preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a este y,

b) La obligación de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes.

Por lo tanto, en el presente proyecto se reconoce y considera la necesidad de mantener un medio ambiente sano como un Derecho de todas las personas en los Estados Unidos Mexicanos. En este tenor, con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, el análisis respectivo de las autoridades, y la concordancia con los ordenamientos jurídicos dirigidos al medio ambiente; se asegura el respeto al derecho fundamental establecido en el numeral 4° de nuestra Ley Fundamental.

Por otra parte, el artículo 6 de la Ley Suprema establece lo siguiente:

> *Artículo 6. (…) El Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet. Para tales efectos,*

[3] "Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla" Tribunales Colegiados de Circuito en materias Constitucional y Administrativa Jurisprudencia I.4o.A. J/2 (10a.), *Semanario judicial de la Federación y su Gaceta*, Décima Época, Libro XXV, octubre de 2013, Tomo 3, página 1627. Registro digital 2004684.

> *el Estado establecerá condiciones de competencia efectiva en la prestación de dichos servicios. (…)*

Para lo anterior, se manifiesta que el Proyecto tiene como finalidad coadyuvar con el Estado mexicano en garantizar el derecho de acceso a las telecomunicaciones, consagrado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), incluyendo el servicio de banda ancha e internet. Esto se materializa en una región clave del territorio nacional, como lo es el estado de Quintana Roo. En este contexto, el Proyecto se constituye como un promotor del derecho humano a las telecomunicaciones, y a su vez, como facilitador de otros derechos fundamentales, tales como la educación, la salud y la seguridad pública.

Aunado a lo anterior, el numeral 25 señala lo que a continuación se transcribe:

> *Artículo 25. (…) Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.*

De igual manera, el Proyecto persigue contribuir al desarrollo regional mediante la creación de beneficios sociales y económicos, tanto directos como indirectos, para la población. A través de estudios de línea base, se identificaron las áreas y factores que podrían presentar dificultades en el proceso de instalación del cable. Como resultado, se llevó a cabo un análisis de diversas alternativas de ruta, alcanzando la conclusión de una trayectoria que minimiza los impactos sociales, ambientales y económicos, propiciando un desarrollo armónico y sostenible.

Finalmente, y conforme a lo establecido en el párrafo primero del Artículo 27, el Promovente mediante la presentación de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad regional (MIA-P), se ha comprometido a cumplir con las modalidades que dicta el interés público a la propiedad.

3.5.2. Ley General de Bienes Nacionales

Uno de los desarrollos normativos posteriores al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se concretó en la publicación de la Ley General de Bienes Nacionales, el 20 de mayo de 2004 en el Diario Oficial de la Federación. Esta ley tiene como objetivo regular el patrimonio nacional y federal, definiendo los bienes que forman parte del dominio de la nación.

En su primer artículo, la Ley General de Bienes Nacionales establece cuáles bienes componen el patrimonio nacional, incluyendo tanto los bienes de uso común como aquellos destinados a la prestación de un servicio público. Además, indica que los bienes de uso común tienen las características de inalienabilidad e imprescriptibilidad.

A continuación, se presentan los artículos de la Ley General de Bienes Nacionales que tienen una aplicación directa al proyecto.

Tabla 3.7. Vinculación del Proyecto con la LGBN.

Vinculación con la Ley General de Bienes Nacionales	

Vinculación con la Ley General de Bienes Nacionales	
ARTÍCULO 7.- Son bienes de uso común: (…) II.- Las aguas marinas interiores, conforme a la Ley Federal del Mar; III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales; V.- La zona federal marítimo terrestre;	Las obras y actividades del Proyecto consisten en la instalación de un sistema de transmisión de fibra óptica, el cual considera tan solo 9.9 metros que van desde el mar hasta la Zona Federal Marítimo Terrestre en la Playa del Niño. Por tratarse de bienes comunes la mayoría de zonas marinas y terrestres donde se realizarán las obras de tendido y enterrado del cable de fibra óptica, la jurisdicción competente, así como la legislación aplicable al proyecto en comento es la federal, quedando fuera de la jurisdicción estatal y local. De conformidad con lo anterior, el promovente se compromete a dar cumplimiento a la legislación aplicable a la materia.
ARTÍCULO 8.- Todos los habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos. Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes.	Dado que las zonas marinas y terrestres donde se llevarán a cabo las obras de tendido y enterrado del cable de fibra óptica se encuentran clasificadas como bienes de uso común, la jurisdicción competente y la legislación aplicable al proyecto son de ámbito federal, quedando fuera de la jurisdicción estatal y local. En conformidad con lo anterior, la promotora se compromete a cumplir con la legislación aplicable en la materia, así como a gestionar todos los permisos, concesiones y autorizaciones que sean condiciones "sine qua non" para el desarrollo del proyecto.
ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará: I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba; II.- La totalidad de la superficie de los cayos y arrecifes ubicados en el mar territorial, constituirá zona federal marítimo terrestre; III.- En el caso de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la faja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar, en los términos que determine el reglamento, y IV.- En el caso de marinas artificiales o esteros dedicados a la acuacultura, no se delimitará zona federal marítimo terrestre, cuando entre dichas marinas o esteros y el mar medie una zona federal marítimo terrestre. La zona federal marítimo terrestre correspondiente a las marinas que no se encuentren en este supuesto, no excederá de tres metros de ancho y se delimitará procurando que no interfiera con el uso o destino de sus instalaciones.	Las actividades derivadas del Proyecto que se desarrollarán en la Zona Federal Marítimo Terrestre, ubicada en la Playa del Niño, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, consisten en enterrar el cable manualmente dentro de una zanja preparada en los sedimentos no consolidados (arena) de la playa. El entierro en la playa se lleva a cabo utilizando el método de zanja abierta con excavadora. Como se mencionó anteriormente, y dada la naturaleza jurídica del bien objeto de aprovechamiento, el promotor se compromete mediante el presente instrumento a tramitar y obtener todos los permisos, concesiones y autorizaciones inherentes al caso en concreto. La ruta establecida para el tendido, enterrado y aterrizaje en la costa del sistema de cable de fibra óptica obedeció a un exhaustivo proceso de planificación y selección. Este proceso tuvo como objetivo diseñar un trazado que contara con factibilidad ambiental, técnica y operativa, buscando no solo la protección del cable a largo plazo, garantizando una vida útil de por lo menos 25 años, sino también minimizando la afectación del lecho marino y las comunidades bióticas existentes. Adicionalmente, la ruta seleccionada en tierra consideró la integración de las características del

Vinculación con la Ley General de Bienes Nacionales	
ARTÍCULO 120.- El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuacultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas. (...)	fondo marino hasta los terrenos de llegada, es decir, playas de sustrato arenoso que permitieran enterrar el cable con la menor afectación ambiental posible. También se tuvo en cuenta la disponibilidad de terrenos en el área, la batimetría de la zona costera y la proximidad a la estación terminal, con el fin de evitar molestias mayores a las poblaciones vecinas y reducir otros impactos en la zona.

3.5.3. Ley de Puertos

La Ley de Puertos fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1993 y establece su objetivo principal en el primer artículo de su cuerpo normativo. Esta ley es de orden público, lo que implica un cumplimiento obligatorio y una observancia estricta de sus disposiciones en todo el territorio nacional. Su propósito es regular los puertos y sus centros de población de desarrollo, terminales, marinas e instalaciones portuarias, así como su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación y formas de administración, además de la prestación de servicios portuarios.

No obstante, es importante mencionar que, en el caso de realización de obras marítimas en zonas portuarias, turísticas y costeras, la autoridad competente para autorizar dichas obras será la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el ámbito de su competencia.

Tabla 3.8. Vinculación del Proyecto con la Ley de Puertos.

Vinculación con la Ley de Puertos	
ARTICULO 16.- La autoridad en materia de puertos radica en el Ejecutivo Federal, quien la ejercerá por conducto de la Secretaría, a la que, sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias de la Administración Pública Federal, corresponderá: (…) VII. Autorizar las obras marítimas y el dragado con observancia de las normas aplicables en materia ecológica; (...)	El proyecto consiste en la instalación de un sistema de transmisión de fibra óptica, comenzando en los límites geográficos del Mar Territorial Mexicano, atravesando la Zona Federal Marítimo Terrestre y una pequeña porción de del territorio municipal, hasta llegar a la zona de interconexión en el Pozo de amarre "BMH". Las actividades de tendido del cable en la Zona Económica Exclusiva, cruzando la zona contigua, el mar territorial, y las aguas marinas interiores hasta llegar a la Zona Federal Marítimo Terrestre ubicada en Playa del Niño, en colindancia con la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Por tratarse de una zona portuaria, turística y costera, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes será la autoridad competente para autorizar las obras marítimas respectivas. La empresa promovente se compromete que, en caso de ser requerido, gestionar los trámites

Vinculación con la Ley de Puertos	
	correspondientes y a cumplir con la legislación aplicable en la materia.

3.5.4. Ley Federal del Mar

La Ley Federal del Mar, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986, tiene como objetivo reglamentar los párrafos cuarto, quinto, sexto y octavo del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que respecta a las zonas marinas dentro del territorio nacional.

Para ello, la Ley define las zonas marinas mexicanas como aquellas comprendidas por el Mar Territorial, las Aguas Marinas Interiores, la Zona Contigua, la Zona Económica Exclusiva, la Plataforma Continental y las Plataformas Insulares. En estas zonas, la nación ejercerá los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias establecidos por la ley, en conformidad con el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el Derecho Internacional.

Con base en lo anterior y el análisis realizado, se consideró que los artículos aplicables directamente al proyecto son los artículos 25, 36, 42 y 46. Estos artículos se relacionan con la descripción geográfica de los límites jurídicos de cada una de las zonas marinas mexicanas donde se desarrollarán las obras y actividades para el uso y explotación de las aguas marinas mexicanas.

Como se ha mencionado anteriormente y se describe en el Capítulo 2 del presente instrumento, las áreas donde se llevarán a cabo las etapas de operación y ejecución del proyecto, específicamente el tendido y enterrado del cable de fibra óptica submarino, se encuentran casi exclusivamente en zonas marinas mexicanas, comprendiendo:

- **El Mar Territorial:** Se extiende por 12 millas marinas contadas a partir del punto que constituya su límite interior.
- **Las Aguas Marinas Interiores:** Son aquellas comprendidas entre la costa y las líneas base a partir de las cuales se mide el mar territorial.
- **La Zona Contigua:** Comprende una anchura de 24 millas marinas contadas a partir de la línea base donde comienza el Mar Territorial.
- **La Zona Económica Exclusiva:** Se extiende por 200 millas marinas y se superpone a las 24 millas marinas de la Zona Contigua y adyacentes al Mar Territorial, sobre las cuales el Estado mexicano tiene derechos exclusivos de uso y aprovechamiento de las aguas y los recursos naturales en ellas contenidos.

3.5.5. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Las disposiciones de esta Ley, eje rector del sistema jurídico ambiental mexicano, son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar (Diario Oficial de la Federación, 2021).

La vinculación con esta norma se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.9. Vinculación del Proyecto con la LGEEPA.

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
Artículo 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.	El proyecto contempla diversas actividades y/o medidas para la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el Proyecto.
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: […] X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo; […]	Tal y como se desprende de las obras y actividades que integran el Proyecto descritas en el Capítulo 2 de la presente Manifestación, el mismo implica obras y actividades relacionadas con los elementos descritos en este numeral.
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.	Se da cumplimiento al artículo 30 referido mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental – Modalidad Regional, misma que en su capitulado incluye la descripción de los posibles efectos en los ecosistemas y medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (ver Capítulos 2, 5 y 6).
Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Se da cumplimiento al presente artículo a través de: (i) la presentación de la presente Manifestación para revisión de la SEMARNAT; (ii) incluye la debida vinculación del Proyecto relativa al cumplimiento con los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas y demás disposiciones aplicables al mismo; y (iii) los impactos relativos a las obras y actividades del Proyecto se identificaron en conjunto.

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.	
Articulo 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.	El Proyecto no contempla ningún tipo de descarga o infiltración de aguas residuales a ningún cuerpo de agua.

3.5.6. Reglamentos

Con fundamento en el análisis de los instrumentos jurídicos legales que aplican directamente al proyecto se concluyó que como consecuencia de estos también le son aplicables algunos supuestos del Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, Reglamento de la Ley de Puertos y el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por lo que a continuación se presenta la vinculación del proyecto a los mismos:

3.5.6.1. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar

Este Reglamento, de observancia general en todo el territorio nacional, tiene como propósito regular el uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar, vías navegables, y recintos portuarios. Su objetivo es proveer al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación, asegurando un manejo adecuado de estos recursos naturales y estratégicos.

Tabla 3.10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
Artículo 5o. Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional. Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	El Proyecto consiste en la instalación de un sistema de transmisión de fibra óptica a partir de los límites geográficos del mar territorial mexicano atravesando hasta una porción de la Zona federal Marítimo Terrestre. Por tratarse de bienes comunes las zonas marinas y terrestres donde se realizaran la mayor parte de las obras de tendido y enterrado del cable de fibra óptica, la jurisdicción competente así como la legislación aplicable al proyecto en comento es la federal, quedando fuera de la jurisdicción estatal y local, de conformidad con lo anterior el promotor se compromete a dar cumplimiento a la legislación aplicable a la materia, así como a reconocer la titularidad de dichos bienes en cabeza de la nación, cuyas características de inalienabilidad e imprescriptibilidad hacen que su uso y aprovechamiento sea otorgado únicamente previa solicitud y trámite ante la autoridad competente de los permisos, concesiones y autorizaciones a las que hubiere lugar.
Artículo 6o. Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría.	La ruta establecida para el tendido, enterrado y aterrizaje en tierra del sistema de cable de fibra óptica, obedeció a un exhaustivo proceso de planificación y selección, el cual tuvo por objeto el diseño de un trazado que gozara de factibilidad ambiental, técnica y operativa, que considerara no solo una protección del cable a largo plazo, garantizando una vida útil de por lo menos 25 años, sino también buscando la menor afectación del lecho marino y las comunidades bióticas existentes. Adicionalmente, la ruta seleccionada en tierra consideró la integración de las características del fondo marino hasta los terrenos de llegada, esto es, playas de sustrato arenoso que permitieran enterrar el cable con menor afectación ambiental, la disponibilidad de terrenos en el área, la batimetría de la zona costera, y la proximidad a la estación

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
	terminal, con el fin de evitar molestias mayores a las poblaciones vecinas y reducir otros impactos en la zona.
Artículo 29. Los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre, de los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, están obligados a: I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión; II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría; III. Iniciar las obras que se aprueben, dentro de los plazos previstos en la concesión, comunicando a la Secretaría de la conclusión dentro de los tres días hábiles siguientes; IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento; V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada; VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada; VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal; VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada; IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría; X. Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Secretaría las áreas de que se trate en los casos de extinción de las concesiones; y XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión. (...)	El Proyecto consiste en la instalación de un sistema de transmisión de fibra óptica a partir de los límites geográficos del mar territorial mexicano atravesando la Zona federal Marítimo Terrestre y una pequeña porción de del territorio municipal, hasta llegar a la zona del BMH para su interconexión en tierra. Para la iniciación de las obras de operación y ejecución del Proyecto, de así requerirlo, la promovente, en caso de requerirlo y en el momento oportuno, tramitará las gestiones necesarias para poder llevar actividades en la Zona Federal Marítimo Terrestre para el proceso de instalación; posteriormente el cable quedará colocado en el subsuelo por lo que la Zona Federal Marítimo Terrestre quedará en términos estrictos libre de infraestructura. El permiso será tramitado de conformidad con las normas y requerimientos del presente reglamento, con el fin de que las obras y actividades del mismo puedan desarrollarse sin obstáculo alguno bajo el marco establecido por la legislación. En virtud de lo mencionado anteriormente, la ejecución y operación de las obras y actividades que serán ejecutadas en la Zona Federal Marítimo Terrestre, no contravienen lo presentado en el reglamento correspondiente en la materia.

3.5.6.2. Reglamento de la Ley de Puertos

Este Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones para la regulación de las actividades relacionadas con la construcción, uso, explotación, operación, protección y administración de los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, conforme a lo dispuesto en la Ley de Puertos. Corresponde a la Secretaría su interpretación y aplicación en el ámbito administrativo, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento y aprovechamiento de las infraestructuras portuarias.

Tabla 3.11. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley de Puertos.

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
Artículo 8o. Las solicitudes para ejecutar obras, deberán contener los requisitos establecidos en las fracciones I a IV y VI del artículo 17 de este Reglamento, además de	El Proyecto consiste en la instalación de un sistema de transmisión de fibra óptica a partir de los límites geográficos del mar territorial mexicano atravesando la Zona federal Marítimo Terrestre y una pequeña

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
lo siguiente: I. Los montos de inversión; II. Título de concesión, en su caso, de la zona federal marítimo terrestre o zona federal terrestre, y III. Autorización en materia de impacto ambiental para realizar la obra. La Secretaría deberá dar respuesta a las solicitudes en un plazo que no exceda de cuarenta y cinco días naturales contados a partir de la recepción de la misma.	porción de del territorio municipal, hasta llegar a la zona del BMH para su interconexión en tierra. Las actividades de tendido del cable comenzaran a partir del Estado mexicano, en la Zona Económica exclusiva, atravesando la zona contigua, el mar territorial y las aguas marinas interiores atravesando la Zona Federal Marítimo Terrestre, hasta llegar al sitio de interconexión en tierra ubicado en la Playa del Niño, en la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Por tratarse de una zona Portuaria, Turística y Costera el área geográfica donde aterrizará el cable de fibra óptica, corresponderá a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte Autorizar las obras marítimas respectivas, para lo cual la promovente se comprometerá a tramitar la solicitud respectiva y a dar cumplimiento a los requerimientos y normas establecidos por el presente reglamento. Adicionalmente, se compromete a dar aviso a la Secretaría en comento, a en los términos y condiciones establecidos por el artículo 11 del reglamento de la Ley de Puertos, para que la operación del proyecto sea debidamente autorizada por la entidad competente.
Artículo 11. Para que las obras entren en operación, total o parcialmente, deberá notificarse por escrito a la Secretaría para que ésta, después de las verificaciones que procedan, autorice su funcionamiento. Se excluyen de esta regla las obras menores y las de mantenimiento. La Secretaría deberá dar respuesta en un plazo que no exceda de treinta días naturales contado a partir de la notificación a que se refiere el párrafo anterior y, en caso de no hacerlo se considerará otorgada la autorización.	

3.5.6.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Este Reglamento tiene como objetivo reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Su aplicación compete al Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el propósito de asegurar el cumplimiento de las disposiciones ambientales, incluyendo la inspección, vigilancia y sanción.

Tabla 3.12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:	Con la presentación de la manifestación de impacto ambiental, para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por el criterio.
Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos	A pesar de que este artículo infiere responsabilidad a la Secretaría, el promotor a través de lo planteado en esta MIA-P, promueve y garantiza la conservación de los recursos naturales existentes en la ruta del cable

Regulación Aplicable	Análisis de Observancia del Proyecto
que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El proyecto no alterará o fragmentará el medio ambiente de incidencia. El promotor se compromete a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.
Artículo 49. Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.	Como en el caso anterior, este artículo es de observancia para la autoridad, sin embargo, mediante la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, el promotor no solo atiende a los criterios ambientales previstos en la legislación aplicable al caso, sino se compromete a que, en caso de ser aprobado el presente proyecto, dará cumplimiento estricto a las disposiciones que de la resolución se generen, atendiendo estrictamente a este criterio.

3.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

La Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC) describe a la Norma Oficial Mexicana (NOM) como la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en este ordenamiento, mediante el establecimiento de reglas, denominación, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquéllas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información. Las Normas Oficiales Mexicanas se considerarán como Reglamentos Técnicos o Medidas Sanitarias o Fitosanitarias, según encuadren en las definiciones correspondientes previstas en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es Parte.

A continuación, se presenta una vinculación de las Normas Oficiales directamente aplicables al Proyecto.

Tabla 3.13. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	SE CUMPLE Los residuos peligrosos que se generen recibirán el tratamiento que refiere la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Asimismo, se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6.
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	SE CUMPLE Se tomarán en cuenta esos criterios para evitar la mezcla de residuos en los sitios de almacenamiento temporal.

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-061-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo	SE CUMPLE El Programa de Manejo Integral de Residuos planteado, se elaboró con observancia y apego a la referida norma NOM-061-SEMARNAT-2011.
RUIDO	
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	SE CUMPLE La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo y de igual forma, minimizar al máximo las emisiones.
NOM-077-SEMARNAT-1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.	SE CUMPLE La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimientos preventivos programados, de acuerdo a la utilización de los mismos, así como de verificaciones vehiculares, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, y con esto contar con la máxima disponibilidad y utilidad de este equipo
NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	SE CUMPLE El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	SE CUMPLE Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; estableciendo también mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.
NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	SE CUMPLE La operación de la maquinaria respetará los niveles de emisión que señala la NOM-085-SEMARNAT-2011.
SUELO	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	SE CUMPLE Durante la operación del Proyecto se pueden suscitar derrames de combustibles debido a fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se consideran estrategias de acción en atención contingencias, así como el almacenamiento temporal y disposición final de los residuos, así como aquellos que se generen en la limpieza del derrame, por empresas acreditadas ante la autoridad correspondiente. Todo lo anterior en apego a lo establecido en los diferentes programas y Subprogramas que se describen en el Capítulo 6.
FLORA Y FAUNA	
NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna	SE CUMPLE

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.	Se realizará un estudio detallado de caracterización del sitio que permita verificar si existen o no especies listadas en esta norma, y las especies que se encuentre, constituirán la base del diseño del Programa de Rescate de Flora y Fauna, por lo que se dará un adecuado manejo de las especies señaladas en la norma, si se llegasen a encontrar en el predio, según lo establecido en los capítulos 4 y 6 de esta MIA. Asimismo, en una tabla posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el predio del Proyecto.
NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	SE CUMPLE Se presenta la vinculación particular
SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	
NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.	SE CUMPLE Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	SE CUMPLE Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo al tipo de fuego que pueda ocasionarse.
NOM-017-STPS-2008, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	SE CUMPLE El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el proyecto, dando cumplimiento a la norma.
NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	SE CUMPLE Se dispondrá de un sistema de iluminación en las instalaciones, para permitir la operación y el mantenimiento. El diseño de la iluminación incluirá requerimientos para casos de emergencia
NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	SE CUMPLE Durante la etapa de construcción y operación, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.

3.6.1. NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción (Diario Oficial de la Federación, 2019).

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en esta MIA, dentro del Sistema Ambiental del Proyecto se ubican diversas especies de flora y fauna. Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, la promovente realizó un estudio detallado de caracterización de la zona, en la que encontraron las especies listadas y se encuentran enlistadas en los capítulos correspondientes de la presente MIA-P.

Tabla 3.14. Listado de especies identificadas en el área de estudio incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Categoría de protección	Distribución y abundancia
Thalassia testudinum (Pasto marino de tortuga)	(Pr) Sujetas a protección especial	Sección Isla Mujeres: Dominante en el ambiente de Pastizal con algas (Pa)y común en el Arenal (Ar)
		Sección Canal: Abundante en el ambiente arenal con algas (Ara)
		Sección Puerto Juárez: Dominante en los ambientes de Pastizal denso (Pde) y Pastizal disperso (Pdi)
Syringodium filiforme (Pasto marinode manatí)	(A) Amenazada	Sección Isla Mujeres: Abundante en el ambiente Pastizal con algas (Pa)
		Sección Canal: Abundante en el ambiente arenal con algas (Ara)
		Sección Puerto Juárez: Dominante en el ambiente de Pastizal denso (Pde) y Abundante en el ambiente de Pastizal disperso (Pdi)
Halodule wrightii (Pasto marino somero)	(A) Amenazada	Sección Isla Mujeres: Abundante en el ambiente Pastizal con algas (Pa)

Por lo tanto, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el proyecto contempla la implementación de los diversos Programas incluidos en el SMGS-TAF-MX del Proyecto, durante todas las etapas del proyecto, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM, así como la realización inventarios y monitoreos sobre bases científicas, para su debido control y manejo. Estos programas y Subprogramas se pueden revisar a detalle en el Capítulo 6 de esta MIA.

3.6.2. NOM-162-SEMARNAT-2012

Cada año, durante los meses de abril y marzo, siete de las ocho especies de tortugas marinas del mundo arriban a las playas de quince de los diecisiete estados costeros de México. Cinco de estas especies (*Imbricata imbricata, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata, Chelonia mydas y Caretta caretta*) se distribuyen en el Caribe Mexicano y el Golfo de México, con cuatro anidando en las costas del estado de Quintana Roo.

A nivel mundial, las poblaciones de tortugas marinas están amenazadas. En respuesta, el Gobierno Federal de México ha implementado diversos mecanismos legales y técnicos para

proteger, conservar y recuperar las poblaciones de tortugas marinas y sus áreas de anidación.

Este esfuerzo ha generado un amplio marco jurídico enfocado en la protección de las playas de anidación, la regulación del uso de instrumentos de pesca y la prohibición del comercio de productos derivados de las tortugas. Además, se han implementado campamentos tortugueros por parte de instituciones de investigación, ONG's y la sociedad civil, y se han creado programas que coordinan acciones entre entidades gubernamentales y la sociedad para conservar estas especies.

La siguiente tabla presenta las especies de tortugas marinas que anidan en las costas mexicanas y su distribución a nivel nacional. Todas estas especies están incluidas en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y están clasificadas como en peligro de extinción a nivel nacional, lo que prioriza su conservación y la protección de sus sitios de reproducción y anidación.

Tabla 3.15. Especies de tortugas marinas que anidan en las costas mexicanas.

Familia	Género	Especie	Subespecie	Nombre común	Distribución
Cheloniidae	*Caretta*	*caretta*	*caretta*	*Caguama*	*Golfo y Caribe*
	Caretta	*caretta*	*gigas*	Perica	Pacífico
	Chelonia	*chelonia*	*mydas*	Verde	Golfo y Caribe
	Chelonia	*chelonia*	*agassizii*	Prieta	Pacífico
	Eretmochelys	*imbricata*	*imbricata*	Carey	Golfo y Caribe
	Eretmochelys	*imbricata*	*bissa*	Carey	Pacífico
	Lepidochelys	*kempii*		*Lora*	*Golfo y Caribe*
Dermochelyidae	*Lepidochelys*	*olivacea*		Golfina	Pacífico
	Dermochelys	*coriacea*	*coriacea*	*Laúd*	*Golfo y Caribe*
	Dermochelys	*coriacea*	*schlegelii*	Tinglada	Pacífico

El desarrollo del Proyecto no afectará los esfuerzos de conservación de tortugas marinas de la región ni el Programa Nacional de Conservación, ya que la zona costera donde se realizarán las obras no está designada como área de importancia para la anidación de tortugas marinas. Las actividades en la zona de playa serán temporales y localizadas, minimizando el impacto sobre la posible presencia de estos organismos. Si se detecta la presencia de tortugas marinas durante las actividades, se informará de inmediato al campamento tortuguero más cercano y a las autoridades correspondientes.

Es importante mencionar que el método de instalación en playa consiste en enterrar manualmente el cable dentro de una zanja preparada en los sedimentos no consolidados (arena) de la playa. El entierro en la playa se lleva a cabo utilizando el método de zanja abierta con excavadora. El entierro en la playa generalmente se lleva a cabo en la marea más baja para maximizar el entierro en la playa usando una excavadora hasta el nivel medio bajo del agua. La profundidad del entierro se verifica a través de mediciones manuales usando evidencia fotográfica del lecho marino natural a intervalos designados a partir del final del conducto hacia el mar. Además, en el Capítulo 6 se consideran medidas preventivas al respecto.

La Norma Oficial Mexicana denominada NOM-162-SEMARNAT-2012, establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de febrero de 2013.

Esta norma nace de la necesidad de crear un instrumento de protección para la tortuga marina existente en aguas de jurisdicción federal, las cuales constituyen un recurso natural que forma parte de la riqueza biológica y el patrimonio de la nación.

Con esta norma, el país da cumplimiento a lo establecido en la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas (CIT), aprobada por México mediante Decreto publicado en el DOF el 10 de julio del 2000, debido a que en ésta se establecen especificaciones para el manejo de las tortugas marinas durante las actividades de protección y recuperación, dando así cumplimiento a lo establecido por esta Convención para la creación de medidas de protección, conservación y manejo para las tortugas marinas en las playas de anidación dentro del proceso de incubación in situ o en vivero o corral, a efecto de abordar los posibles impactos sobre el hábitat de anidación.

Asimismo, el contenido de esta norma indica que la realización de obras o actividades en el hábitat de anidación están sujetas a la autorización en materia de evaluación del impacto ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Como su nombre lo indica, este instrumento normativo tiene por objeto el establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

Tomando en cuenta que la NOM-162-SEMARNAT-2012, prevé las condiciones por cumplir en caso de llevar a cabo actividades en lugares en los que existen especies de tortugas marinas, a continuación, se realiza su vinculación con proyecto, con el propósito de demostrar que el mismo se apega al contenido de estas especificaciones.

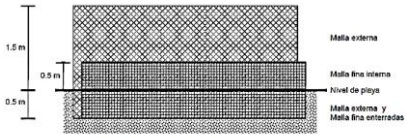
Al momento del presente estudio, no se ha observado evidencia de anidación de tortugas marinas en el área del Proyecto, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para no afectar cualquier avistamiento de estas especies. Durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, existirá ausencia de alumbrado artificial en la playa, a fin de mantener las condiciones de la playa lo más naturales posibles y se prohibirá de uso de vehículos motorizados en la playa en caso de encontrar evidencia de anidación.

En razón de lo anterior, se vincularán las especificaciones de manejo de esta norma con el texto *"No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación",* sin que sea óbice del apoyo y coordinación que existirá con las instituciones pertinentes.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
5.2	El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	**SE CUMPLE** El promovente toma conocimiento de lo establecido. La presente vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012 forma parte de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

5.3	Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	**SE CUMPLE** Se atenderá lo establecido en los Programas de Manejo de las ANP que resulten vinculantes.
5.4	**En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:**	
5.4.1	Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	**SE CUMPLE** No se prevé introducir o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera.
5.4.2	Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	**SE CUMPLE** No se prevé introducir o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera.
5.4.3	Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	**SE CUMPLE** Se cumplirá con lo establecido en este criterio retirando los objetos movibles que pudieran afectar a las tortugas y sus crías.
5.4.4	Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	**SE CUMPLE** Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
5.4.5	Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	**SE CUMPLE** Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, colocando la iluminación correcta que sea conveniente en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
5.4.6	Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías	**SE CUMPLE** Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se mantendrá vigilancia para detectar cualquier situación anormal que se presente en la zona de playa.
6.0 Especificaciones de manejo		
6.1	Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	**SE CUMPLE** No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.2	Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	**SE CUMPLE** No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.3	Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	**SE CUMPLE** No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.4	La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o in situ b) Vivero o Corral (por excepción)	**SE CUMPLE** No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de

		tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.5	En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	**SE CUMPLE** No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:		
6.6.1	Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.	**SE CUMPLE** En épocas pertinentes, se apoyará en su totalidad a las instituciones pertinentes.
6.6.2	En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	**SE CUMPLE** Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
6.7 Incubación natural o in situ		
6.7.1	Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.2	En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.3	En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.4	Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.5	Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado

		y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.7.6	En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)		
6.8.1	Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2	Construcción del vivero o corral	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.1	En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente: a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas. b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos. c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.2	El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m2.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.3	El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo. Figura 1.  Figura 1. Disposición de mallas en el vivero	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.4	Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 1.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.2.5	El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento

		tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3	Colecta de Nidadas	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.1	Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.2	La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras: a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada. b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido in situ.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.3	La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.3.4	La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.4	De la Siembra de Nidadas Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento: a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido. b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.

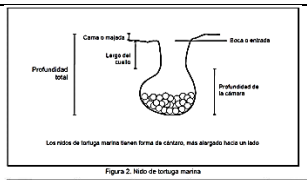
<table>
<tr>
<td></td>
<td>


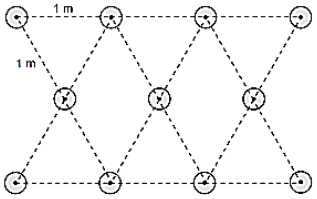
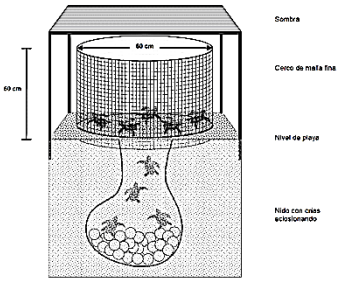
Figura 2. Nido de tortuga marina
<table>
<tr><th></th><th>Laúd
Dermochelys coriacea</th><th>Golfina
Lepidochelys Olivácea</th><th>Prieta / Blanca-Verde Chelonia egassiz Chelonia mydas</th><th>Carey
Eretmochelys imbricata</th><th>Caguamal Amarilla
Caretta caretta</th><th>Lora
Lepidochelys kempi</th></tr>
<tr><td>Ancho de la boca y cuello (cm)</td><td>30 - 35</td><td>20 25</td><td>20 25</td><td>20 - 25</td><td>20 - 25</td><td>20 - 25</td></tr>
<tr><td>Largo del cuello (cm)</td><td>35 - 40</td><td>15 20</td><td>20 25</td><td>10 - 15</td><td>20 - 25</td><td>15 - 20</td></tr>
<tr><td>Profundidad de la cámara (cm)</td><td>40 - 45</td><td>25 30</td><td>25 30/35</td><td>25 - 30</td><td>30</td><td>25 - 30</td></tr>
<tr><td>Profundidad total incluyendo cama (cm)</td><td>75 - 85</td><td>40 50</td><td>45 50/60</td><td>35 - 45</td><td>50 - 55</td><td>40 - 50</td></tr>
</table>
Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie
c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.
d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la figura 3.


Figura 3. Distribución de nidadas
e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.
f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>6.8.5</td>
<td>Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral</td>
<td>SE CUMPLE
En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</td>
</tr>
<tr>
<td>6.8.5.1</td>
<td>Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente. Figura 4</td>
<td>SE CUMPLE
En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.</td>
</tr>
</table>

	 Figura 4. Cerco para el conteo de crías emergidas.	
6.8.5.2	Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje. Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.5.3	No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.5.4	En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.5.5	Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.5.6	No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos: a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo. b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros. c) Por eventos de contaminación de carácter temporal. En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.	**SE CUMPLE** Las actividades de protección de nidos in situ se llevarán a cabo por personal capacitado y coordinado por el campamento tortuguero El Naranjo en apego a su Plan de Manejo autorizado. El proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.6 De la Revisión de Nidos		

6.8.6.1	Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones: a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido. b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie. c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.6.2	Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.6.3	Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas: a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón. b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.6.4	Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.7	De la limpieza de nidos.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.7.1	Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.8.7.2	Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo, no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9	Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las

		actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.1	Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.2	Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.2.1	Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.2.2	El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.2.3	Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3	Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.1	No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.2	Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.3	No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de

		nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.4	No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.5	Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.6	Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.7	Indicarles a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.8	Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.9	Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.10	Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.3.11	Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las

		actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.4	Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
6.9.5	Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
7.0	Actividades de investigación Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".	**SE CUMPLE** En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos in situ se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.

Con lo anterior en consideración, se demuestra el cumplimiento del Proyecto con la NOM-162-SEMARNAT-2010.

3.7. Regionalización de CONABIO

3.7.1. REGIONES PRIORITARIAS

De acuerdo a lo señalado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de este organismo, el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Al respecto, la CONABIO ha identificado Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP, ámbitos costeros y oceánicos).

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

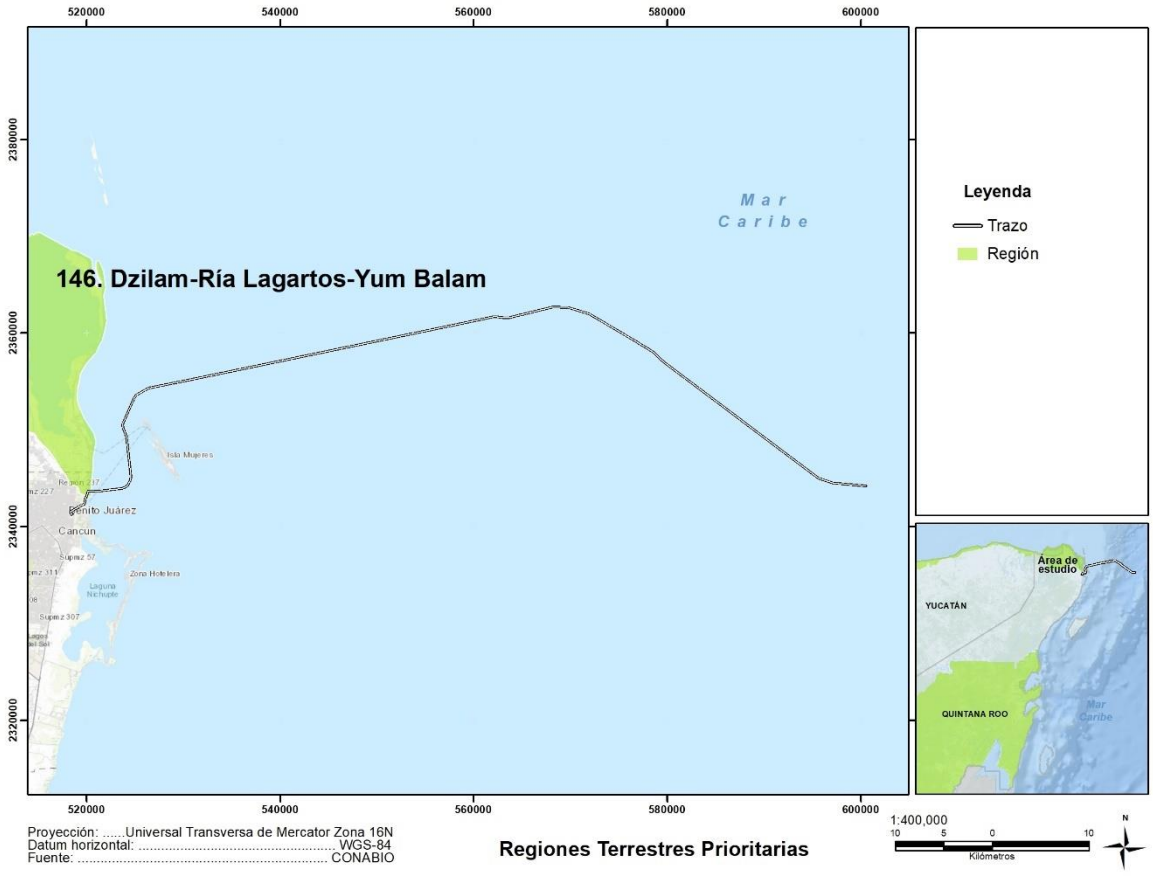
Por su ubicación, el proyecto se encuentra aledaño a algunas regiones prioritarias, tal y como se puede observar en las figuras que se insertan más adelante, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del mismo no perjudicará las condiciones de estas

zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para realizar proyectos. No obstante, la designación de un sitio como una región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

3.7.1.1. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Como se aprecia en la siguiente Figura, el Proyecto se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria 146 Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam.

Figura 3.7. Ubicación con relación a las RTP más cercanas.



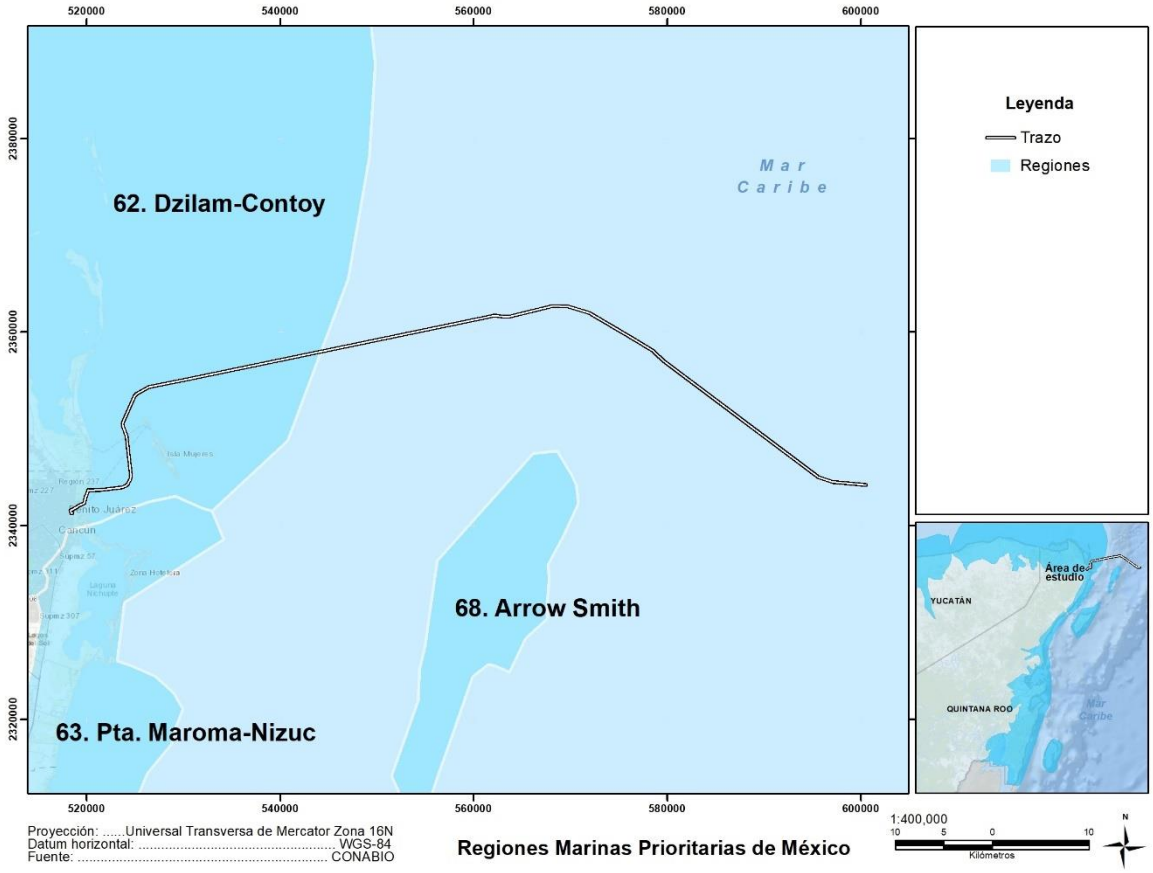
3.7.1.2. Regiones Marinas Prioritarias

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP), en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios

ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

El predio se ubica dentro de la RPM 62 Dzilam-Contoy. Se deben orientar estrategias para la conservación de ecosistemas costeros.

Figura 3.8. Ubicación con relación a las RMP más cercanas.



Con lo anterior en consideración, se vinculan las problemáticas de esta RMP con el Proyecto.

Tabla 3.16. Vinculación con las problemáticas respectivas.

PROBLEMÁTICA	PROYECTO
Modificación del entorno: Tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.	El Proyecto de ningún modo pretende la afectación de manglar ni la remoción de pastos marinos. Para el diseño del Proyecto se evitaron áreas sensibles como arrecifes coralinos, pastos marinos y zonas de manglar. Adicionalmente, el Proyecto considera la implementación de un Programa de Prevención, Recate y Monitoreo mediante el cual se verificará que las obras del Proyecto no afectan a los ecosistemas presentes.

PROBLEMÁTICA	PROYECTO
Contaminación: Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.	El SMGS-TAF-MX establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Además, no se realizarán descargas al acuífero ni el subsuelo.
Uso de recursos: Presión obre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.	No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.
Especies introducidas: *Cassuarina* spp y *Columbrina* spp.	No se introducirán ninguna de estas especies.

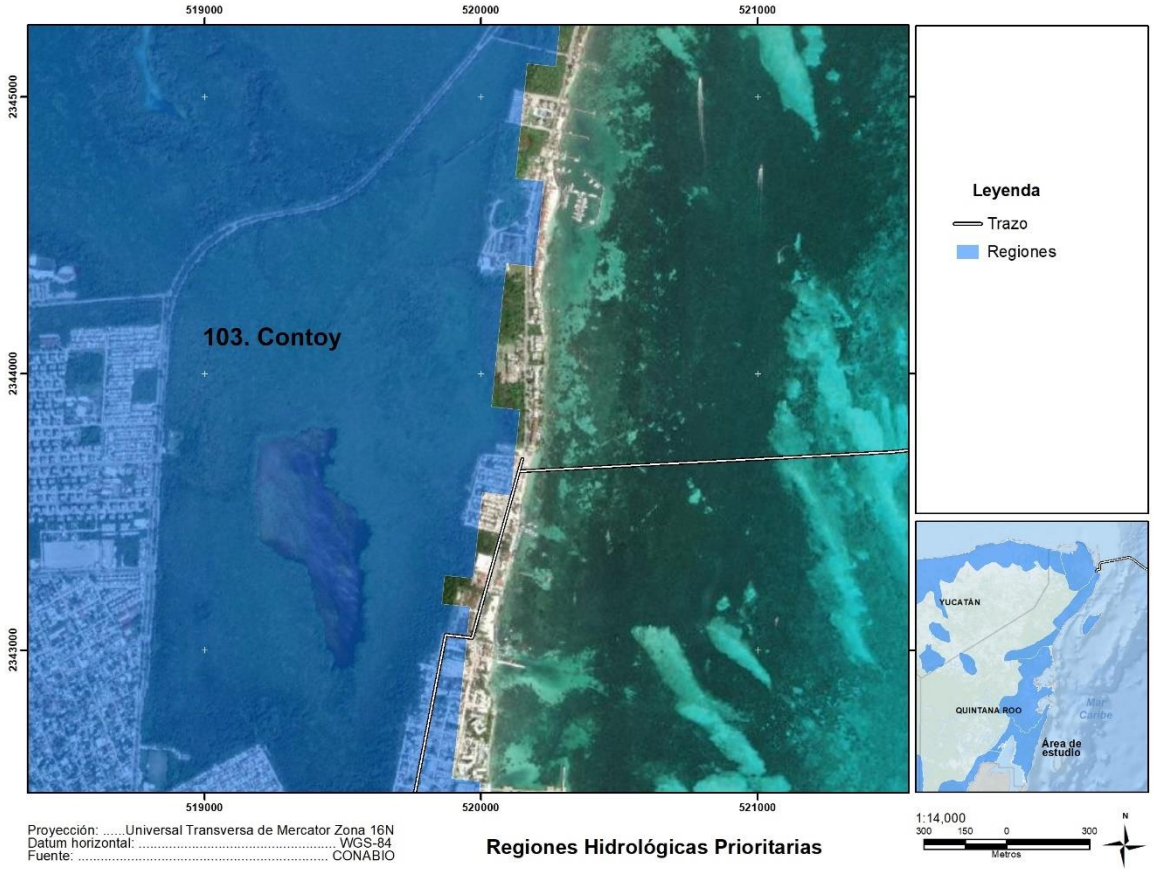
De esta forma, se es compatible con lo establecido para esta RMP.

3.7.1.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La CONABIO formuló el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El proyecto no se ubica dentro de ninguna RHP la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum. Se deben contemplar acciones para coadyuvar a la restaurar de la vegetación, a frenar la contaminación de acuíferos y a dar tratamiento a las aguas residuales.

Figura 3.9. Ubicación de las RHP más cercanas.



Las Problemáticas identificadas en esta Región son las siguientes:

- **Modificación del entorno:** Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- **Contaminación:** Aguas residuales y desechos sólidos.
- **Uso de recursos:** Pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.

Al respecto, la promovente manifiesta lo siguiente:

- En relación al proyecto en cuestión, se prevé un estricto cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en lo que respecta al agua y los desechos sólidos.

- En cuanto a la gestión de residuos sólidos, el proyecto incluye un Programa de Manejo Integral de Residuos que establece las acciones necesarias para garantizar el adecuado almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen. Esto garantiza que el proyecto no contribuirá a la contaminación en la Región Hidrológica y Protegida (RHP) debido a que se gestionarán de manera adecuada las aguas residuales y los residuos sólidos generados.

- Además, en el apartado de "Uso de Recursos", se cumplen las restricciones, ya que el proyecto no llevará a cabo actividades de pesca ni contempla la plantación de coco (Cocos nucifera tasiste) en ningún caso.

En resumen, es importante destacar que el proyecto no agravará los problemas ambientales preexistentes en la región, ya que se han implementado medidas de mitigación y prevención para preservar las condiciones ambientales actuales en la zona.

3.7.2. Sitios Prioritarios

A continuación, se presentan tres tipos de Sitios Prioritarios reconocidos por la CONABIO.

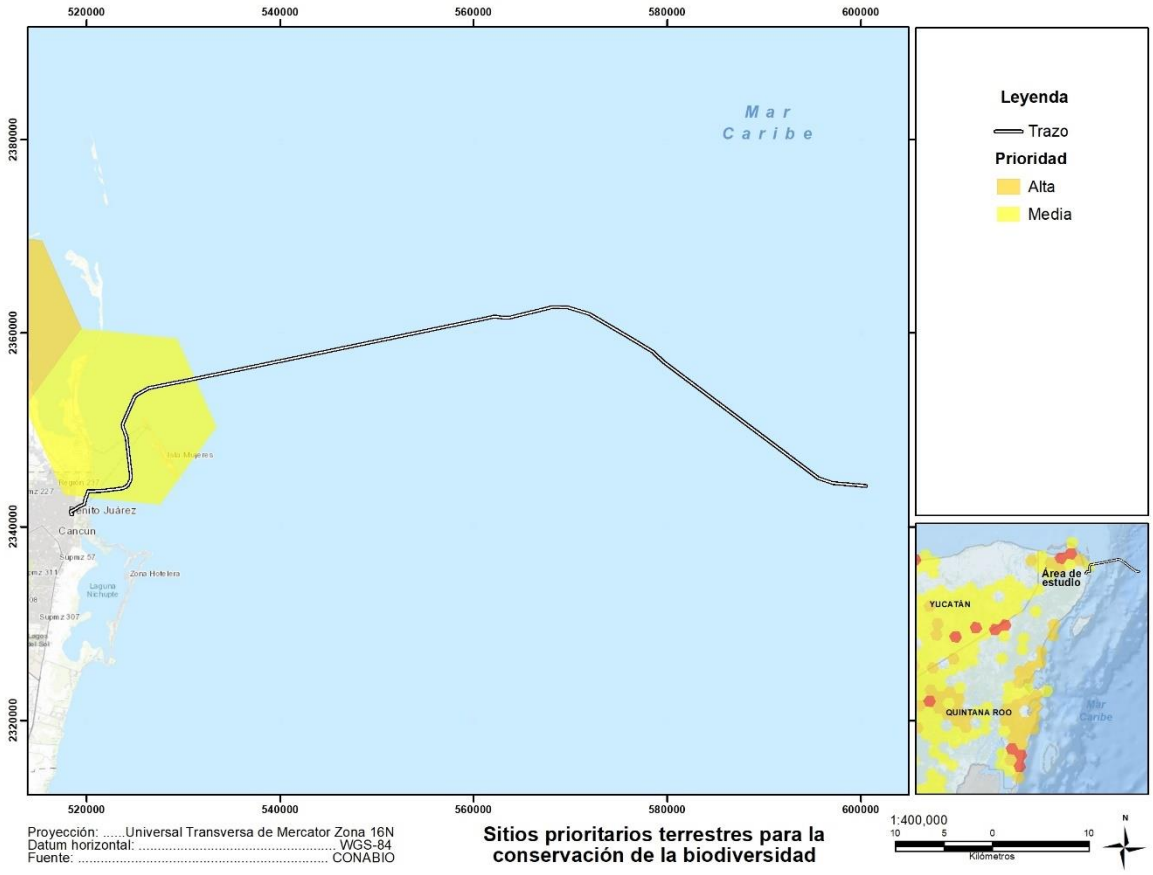
3.7.2.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT)

Estos sitios permiten definir a los sitios prioritarios en la República Mexicana para la conservación de su biodiversidad terrestre.

La delimitación de estos constituye un avance con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), debido principalmente a que en este ejercicio se hizo una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios terrestres en comparación con las RTP que son áreas generalizadas.

El proyecto no se ubica dentro de ningún Sitio Prioritario, sin embargo, se establecerán medidas de conservación para el desarrollo de la biodiversidad dentro del proyecto, mismas que se encuentran descritas en el Capítulo 6 de esta MIA-P.

Figura 3.10. Ubicación del predio respecto a los SPT.

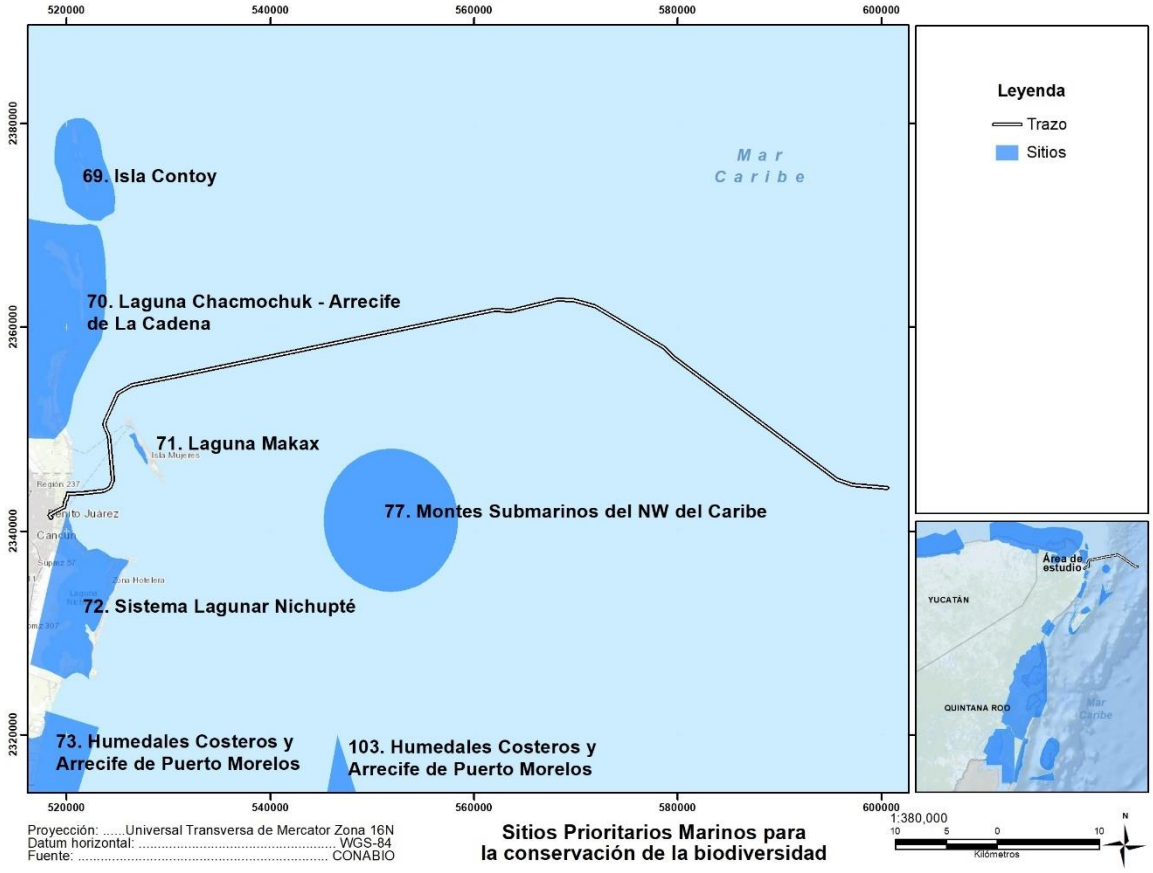


3.7.2.2. Sitios Prioritarios Marinos

Estas son áreas designadas por contener ecosistemas de importancia crítica, ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias.

La delimitación de estos Sitios constituye un avance con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), debido principalmente a que se realizó una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios costeros y oceánicos en comparación con las RMP que son áreas generalizadas.

Figura 3.11. Ubicación el Proyecto con relación a los SPM más cercanos.



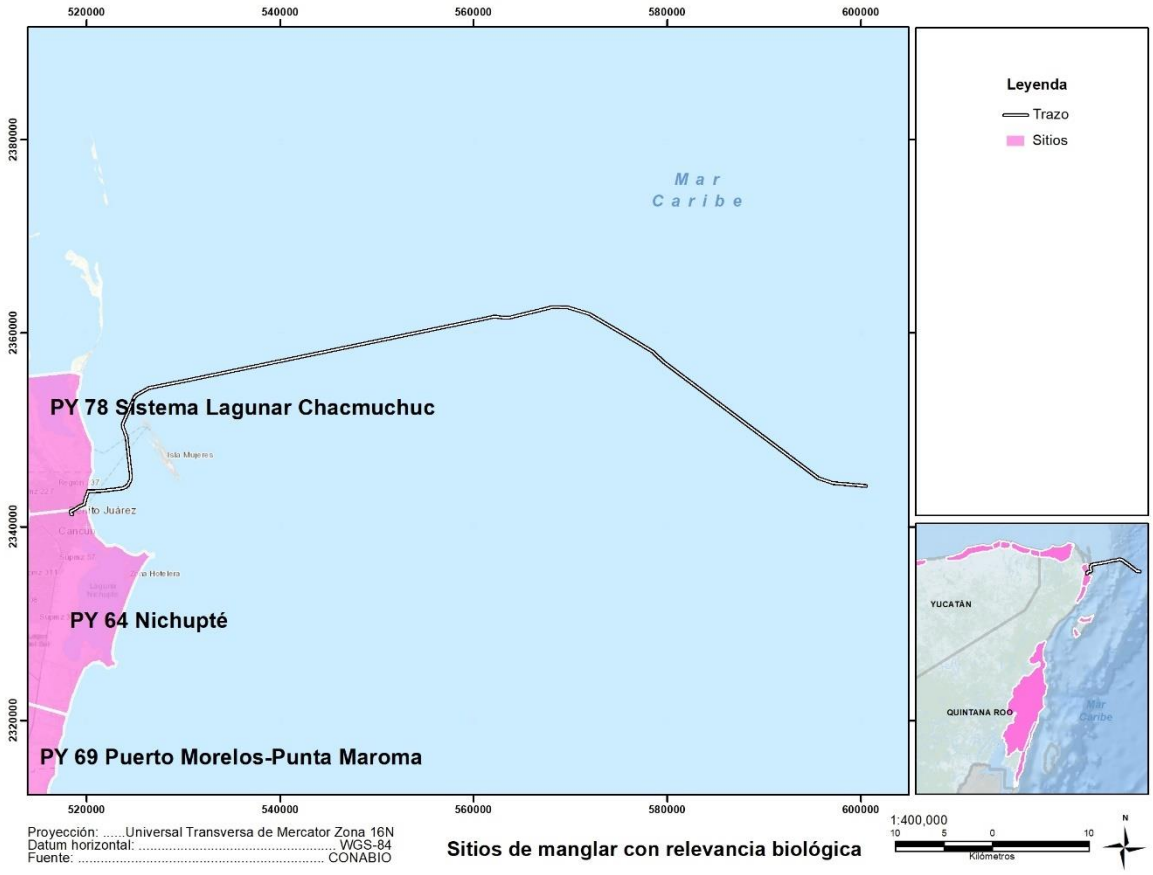
3.7.2.3. Sitios Prioritarios de Manglar

En 2005 la CONABIO inició diversas acciones para conocer con mayor precisión la distribución de los manglares en México, usando datos de sensores remotos como línea base para conformar el componente espacial del sistema de monitoreo de este ecosistema. Entre el año 2008 y 2013 se dio seguimiento a la propuesta del proyecto de manglares con el objetivo general de desarrollar un programa de monitoreo sistematizado de los manglares de México a largo plazo, a través de indicadores ambientales, para determinar las condiciones de la vegetación y los principales agentes de transformación de estos ecosistemas en el país, mediante técnicas de percepción remota y trabajo in situ, como insumo para identificar oportunamente sitios de conservación, manejo o rehabilitación de este hábitat.

El proyecto se ubica dentro del polígono de aplicación del SPMN PY64 “Nichupté”.

Con lo anterior en consideración, se tomarán las medidas necesarias para el desarrollo sustentable del proyecto.

Figura 3.12. Ubicación del Proyecto con relación a los SPM.



Las amenazas presentadas para este Sitio son las siguientes:

Tabla 3.17. Vinculación del Proyecto con las amenazas de los Sitios Prioritarios de Manglar.

AMENAZA	PROYECTO
Desarrollo de proyectos turísticos que incrementarían la densidad de turistas y de áreas comunes para dicha actividad.	El Proyecto no incluye actividades relacionadas con el turismo. Asimismo, se implementarán rigurosas medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar los efectos relacionados con los requisitos de servicios y recursos.
La carga turística rebasa la capacidad actual de vigilancia efectiva.	El Proyecto no incluye actividades relacionadas con el turismo.
Demanda constante de nuevas autorizaciones para realizar actividades náutico-recreativas.	El Proyecto no contempla actividades náutico-recreativas.
Infiltración de agua contaminada a ecosistemas marinos y de humedales.	Esta Problemática no se incrementará a raíz del desarrollo del Proyecto, con base en la naturaleza del mismo.
Desarrollo de nuevos proyectos urbanos	Esta Problemática no se incrementará a raíz del desarrollo del Proyecto, con base en la naturaleza del mismo.
Ausencia de manejo costero integrado	En el Capítulo 6 de la presente MIA, se proponen medidas específicas con el objetivo de tener un adecuado manejo del ecosistema presente en el área de estudio.

AMENAZA	PROYECTO
Como amenazas naturales en el área se encuentra que el sitio se ubica dentro de la franja con mayor incidencia de las trayectorias de huracanes, lo que lo hace altamente vulnerable a los mismos	Esta Problemática no se incrementará a raíz del desarrollo del Proyecto, con base en la naturaleza del mismo.

3.7.2.4. Áreas Prioritarias para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICA'S surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

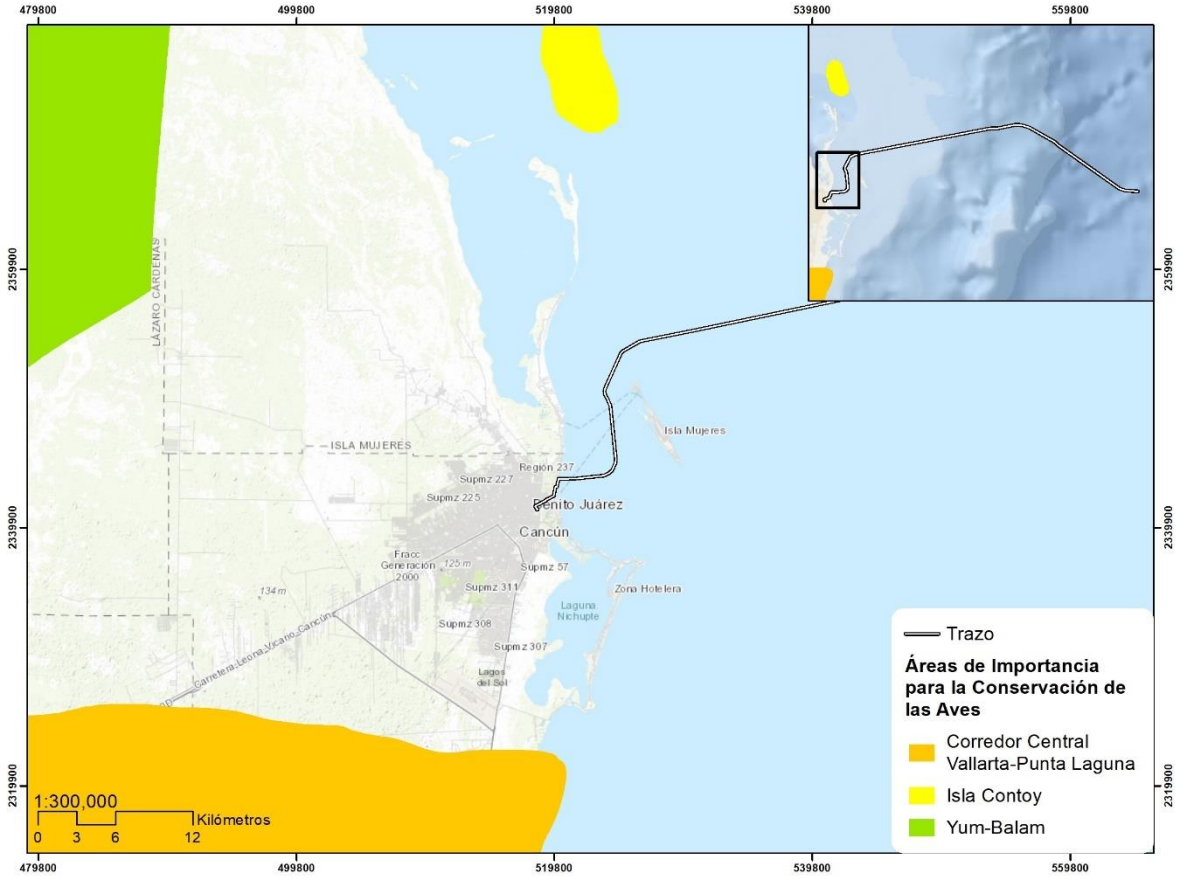
Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley Mexicana (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies incluidas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

Entre los propósitos de este programa se destacan los siguientes:

- Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayuden a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.
- Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.

Como se demuestra a continuación, el Proyecto no incide en ningún AICA, por lo que se omite su vinculación.

Figura 3.13. Ubicación del Proyecto con relación al AICA más cercana.



3.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las áreas naturales protegidas (ANP) como zonas del territorio nacional y sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras u actividades de la misma naturaleza. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyan las Áreas Naturales respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes.

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de alguna ANP de carácter estatal o municipal (Figura 3.15). En lo que respecta a las ANP de carácter federal, el trazo del Proyecto se ubica en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM); conforme a lo que su Decreto establece (Figura 3.17). No obstante, en los siguientes apartados se presenta la vinculación de las obras y

actividades que integran el Proyecto, respecto del Decreto de esta ANP y su correspondiente programa de manejo.

Figura 3.14. Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP estales y federales.

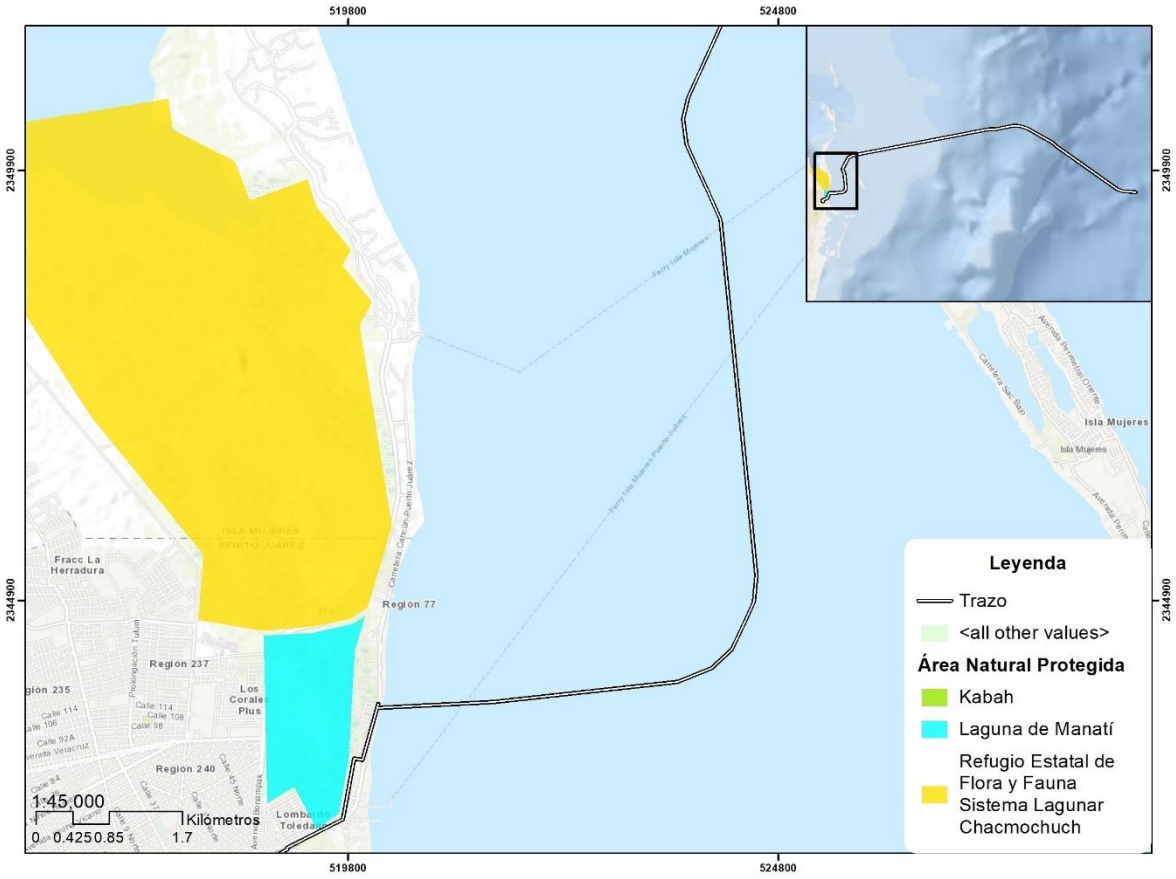
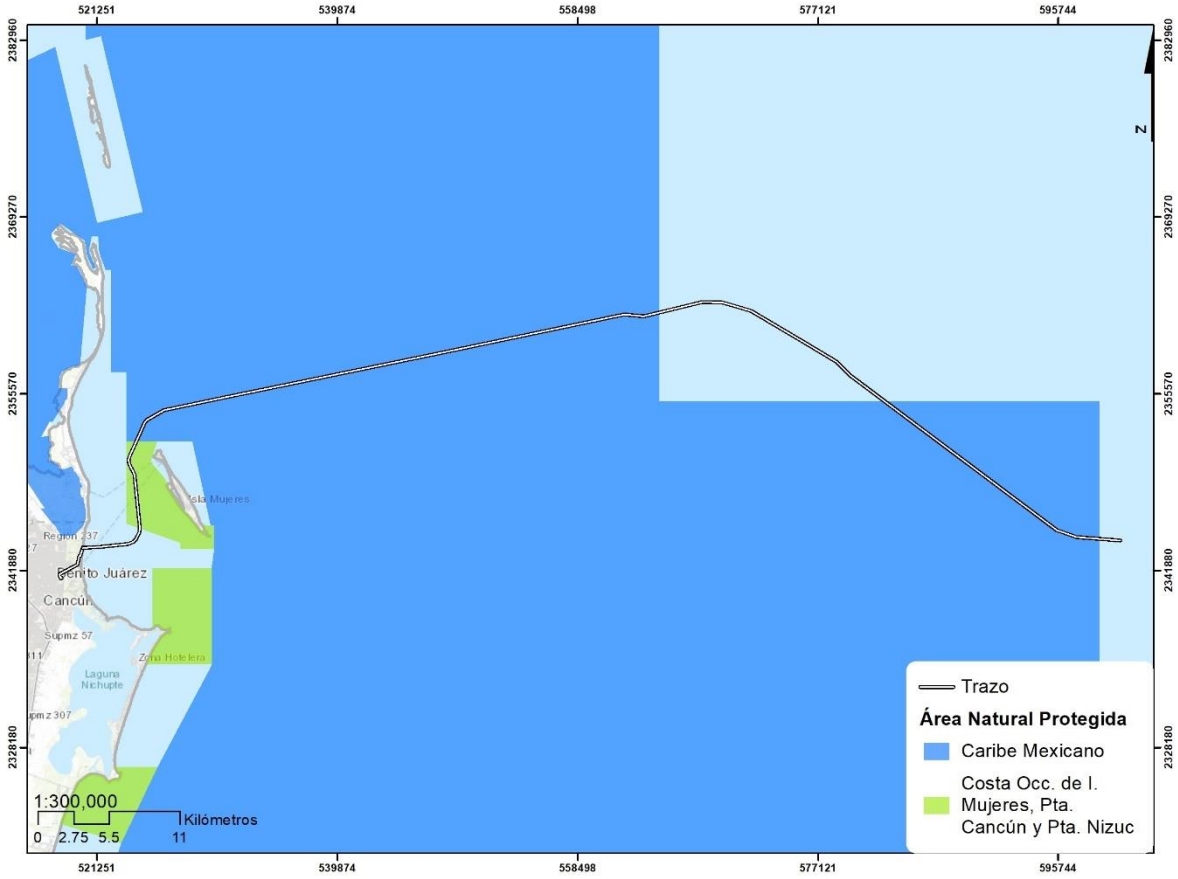


Figura 3.15. Ubicación del Proyecto y su colindancia con las ANP estales y federales.



3.8.1. Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

El Decreto en su Artículo Primero, establece la declaratoria de área natural protegida, con carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, considerando como polígono general una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas. El mismo artículo señala que el ANP presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas y una zona de amortiguamiento de 3,821,406-87-52.42 hectáreas (Figura 3.16).

Figura 3.16. Polígono general de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

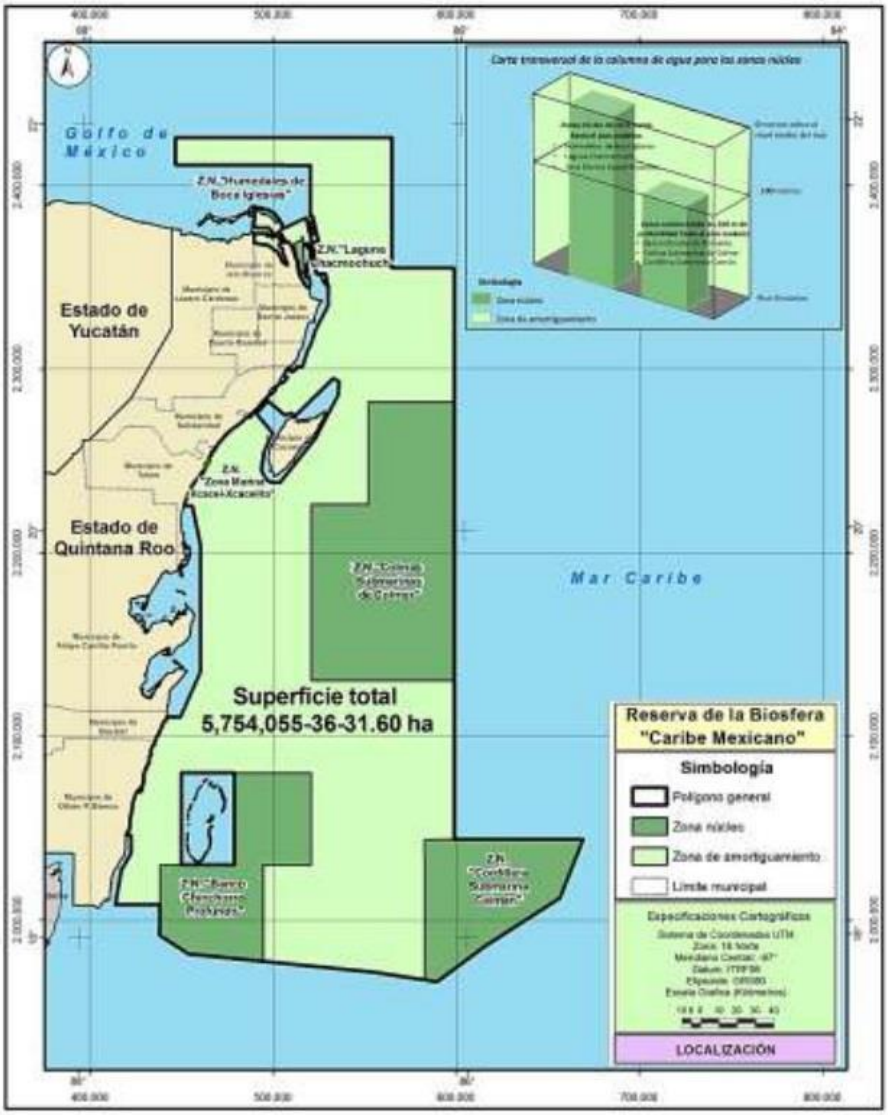
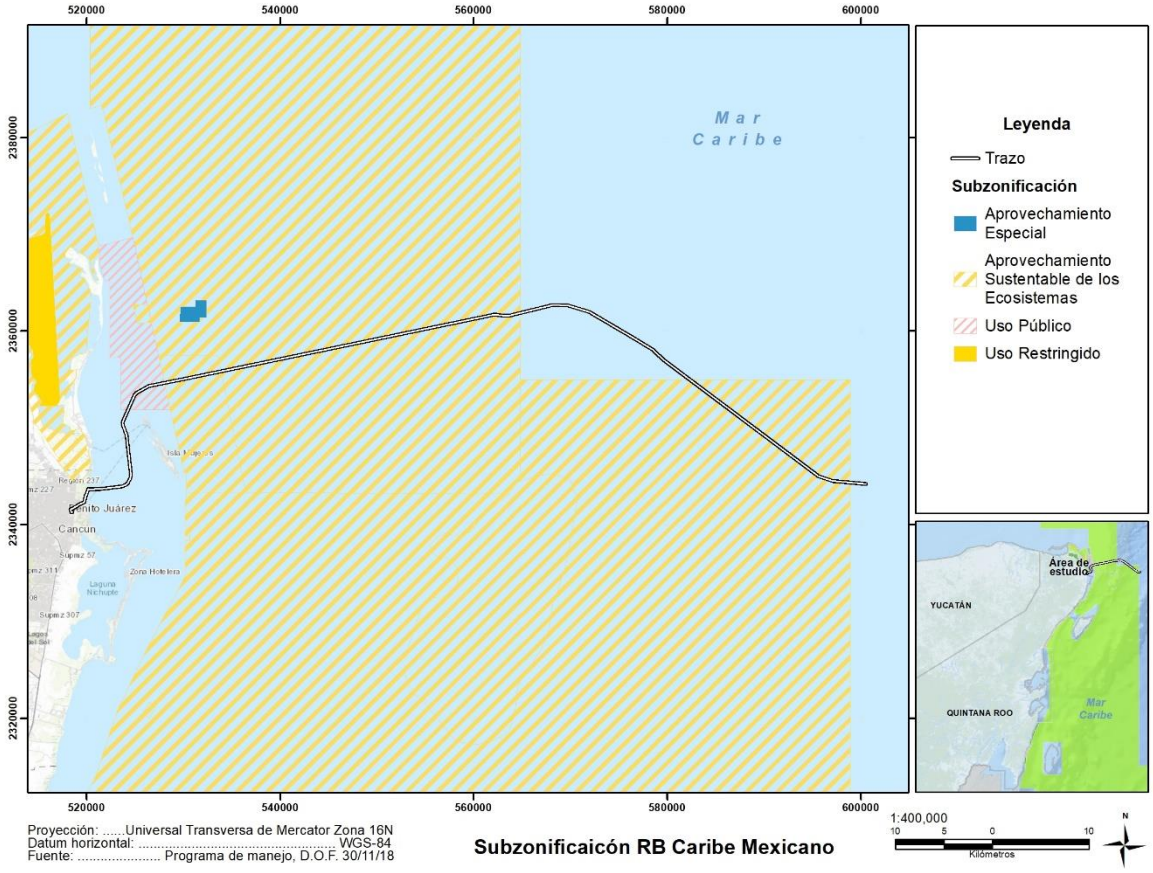


Figura 3.17. Ubicación de las obras y actividades que considera el Proyecto, respecto de la zonificación establecida en el Decreto de la RBCM.



El Artículo Decimo, menciona que quienes realicen actividades dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, estarán obligados a conservar el área de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto, el programa de manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del Decreto y las disposiciones jurídicas aplicables. De acuerdo a lo anterior la Promovente manifiesta que acatará lo señalado en el artículo mencionado, dando cumplimiento a lo dispuesto en el Decreto y programa de manejo de la RBCM y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

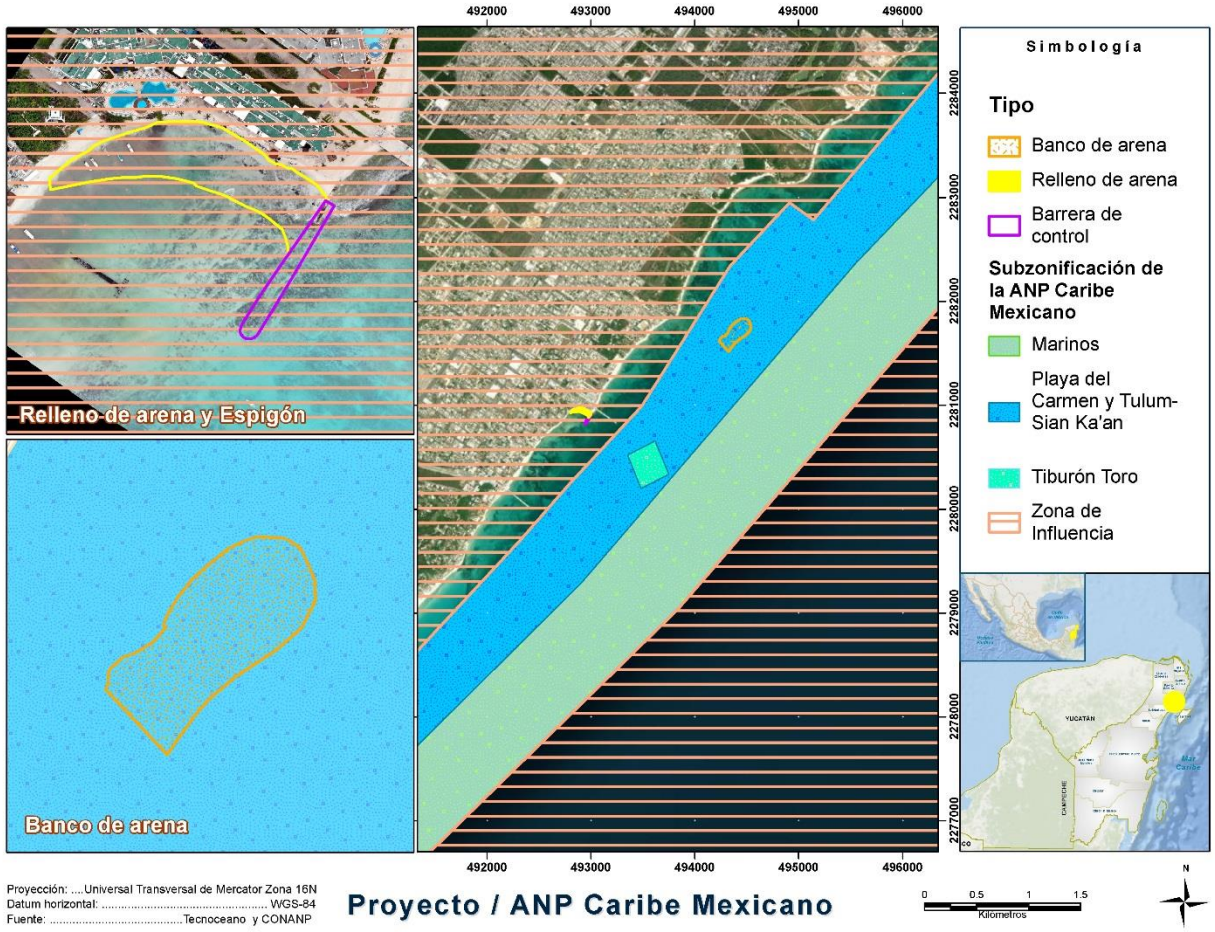
3.8.1.1. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, la actividad de extracción de sedimentos, de acuerdo al programa de manejo de la RBCM, se localiza en las siguiente Subzonas (Figura 3.18):

- Zona de Amortiguamiento Uso público Isla Blanca,
- Zona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburones y Rayas
- Zona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburón Ballena

- Zona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Marinos

Figura 3.18. Ubicación de las obras y actividades que considera el Proyecto, respecto de la zonificación y subzonificación establecida en el programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



La única obra que se encuentra inmersa dentro del área de aplicación de estas subzonas, es decir, el tendido del cable, no se encuentra enlistado dentro de las actividades prohibidas incluidas en el Programa de Manejo correspondiente.

Al respecto, las obras y actividades permitidas y prohibidas para esta subzona se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3.18. Listado de Actividades Permitidas y Prohibidas establecidas para la Subzona de Amortiguamiento Uso público Isla Blanca.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca comercial de langosta y escama, pesca de fomento, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación y monitoreo del ambiente

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales	Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos
Educación ambiental	Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino
Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos	Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales
Investigación científica	Extracción de arena
Monitoreo del ambiente	Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
Navegación	Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones
Pesca comercial, exclusivamente de langosta	Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales
Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación	Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas
Pesca de fomento	-
Turismo de bajo impacto ambiental, exclusivamente: • Buceo autónomo • Buceo libre en su modalidad esnórquel • Kayak, kitesurf, paddle board, velerismo, tabla vela o similares	-

En este tenor, se manifiesta lo siguiente respecto a las actividades prohibidas:

Tabla 3.19. Vinculación con actividades prohibidas para la Subzona de Amortiguamiento Uso público Isla Blanca.

Actividades prohibidas	Proyecto
Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos.	**No se alterarán ni destruirán sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ni los flujos hídricos ni hábitats de pastos marinos.** El diseño del tendido del cable, tal como se expone en el Capítulo 2, evita cualquier afectación en estas zonas sensibles, sustentado en el estudio "Caracterización de la biota marina" (ANEXO 4.2).
Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.	**No se arrojarán, verterán o descargarán desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, ni cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino.** El manejo de los residuos se lleva a cabo conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6, que sigue las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Actividades prohibidas	Proyecto
Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales.	**No se construirá infraestructura.** La instalación del cable submarino no contempla la construcción de infraestructura adicional.
Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras.	**No se introducirán especies exóticas, incluidas las invasoras.** Durante la ejecución del proyecto no se realizará ninguna acción que implique la introducción de especies.
Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales.	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.

Tabla 3.20. Listado de Actividades Permitidas y Prohibidas establecidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburones y Rayas.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres
Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales	Buceo libre
Educación ambiental	Capturar, manipular, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para pesca de fomento, pesca comercial, pesca deportivo-recreativa, colecta e investigación científica y monitoreo del ambiente
Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos	Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Investigación científica	Extracción de arena
Monitoreo del ambiente	Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
Navegación	Pesca comercial de tiburones y rayas
Pesca comercial, excepto de tiburones y rayas	Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones
Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación	Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para la colocación e instalación de hábitats artificiales
Pesca de fomento	Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas
Turismo de bajo impacto ambiental, exclusivamente: • Buceo autónomo • Observación con especies de vida silvestre, exclusivamente de tiburones y rayas	Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente
	Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino

Tabla 3.21. Vinculación con actividades prohibidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburones y Rayas.

Actividades prohibidas	Proyecto
Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos.	**No se alterarán ni destruirán sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ni los flujos hídricos ni hábitats de pastos marinos.** El diseño del tendido del cable, tal como se expone en el Capítulo 2, evita cualquier afectación en estas zonas sensibles, sustentado en el estudio "Caracterización de la biota marina" (ANEXO 4.2).
Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales.	**No se construirá infraestructura.** La instalación del cable submarino no contempla la construcción de infraestructura adicional.
Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras.	**No se introducirán especies exóticas, incluidas las invasoras.** Durante la ejecución del proyecto no se realizará ninguna acción que implique la introducción de especies.
Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales.	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de

Actividades prohibidas	Proyecto
	sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.

Tabla 3.22. Listado de Actividades Permitidas y Prohibidas establecidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburón Ballena.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres
Educación ambiental	Buceo libre
Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental	Capturar, manipular, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para pesca de fomento, pesca comercial, pesca deportivo-recreativa, colecta e investigación científica y monitoreo del ambiente
Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos	Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales
Investigación científica	Extracción de arena
Monitoreo del ambiente	Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
Navegación	Pesca comercial de tiburones y rayas
Pesca comercial	Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones
Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación	Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para la colocación e instalación de hábitats artificiales
Pesca de fomento	Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas
Turismo de bajo impacto ambiental, exclusivamente: Buceo libre en su modalidad esnórquel • Buceo autónomo • Observación de vida silvestre • Velerismo	Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente
-	Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino

Tabla 3.23. Vinculación con actividades prohibidas para la Subzona de Amortiguamiento Uso público Isla Blanca.

Actividades prohibidas	Proyecto
Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos.	**No se alterarán ni destruirán sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ni los flujos hídricos ni hábitats de pastos marinos.** El diseño del tendido del cable, tal como se expone en el Capítulo 2, evita cualquier afectación en estas zonas sensibles, sustentado en el estudio "Caracterización de la biota marina" (ANEXO 4.2).
Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.	**No se arrojarán, verterán o descargarán desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, ni cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino.** El manejo de los residuos se lleva a cabo conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6, que sigue las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.
Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales.	**No se construirá infraestructura.** La instalación del cable submarino no contempla la construcción de infraestructura adicional.
Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras.	**No se introducirán especies exóticas, incluidas las invasoras.** Durante la ejecución del proyecto no se realizará ninguna acción que implique la introducción de especies.
Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales.	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el

Actividades prohibidas	Proyecto
	Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.

Tabla 3.24. Listado de Actividades Permitidas y Prohibidas establecidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Marinos.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	Acuacultura
Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales	Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres
Construcción de infraestructura	Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca de fomento, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura, liberación y monitoreo del ambiente
Educación ambiental	Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental	Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones
Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos	Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para recuperación de playas y colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales
Investigación científica	Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas
Mantenimiento y dragado de los canales de navegación	Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino
Monitoreo del ambiente	-
Navegación	-
Pesca comercial y pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, salvo lo previsto en la Regla Administrativa 89.	-
Pesca de fomento	-
Turismo de bajo impacto ambiental (cerca de la costa atendiendo las consideraciones de seguridad) exclusivamente: • Banana y parasail, únicamente en sitios de arenales, en los que no se generen afectaciones a las especies de ora y fauna • Buceo autónomo • Buceo tipo snuba • Buceo libre en su modalidad esnórquel • Kayak, - yboard (únicamente en sitios de arenales, en los que no se generen afectaciones a las especies de ora y fauna), kitesurf, paddle board, velerismo, tabla vela o similares • Observación de vida silvestre	-

Tabla 3.25. Vinculación con actividades prohibidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Marinos.

Actividades prohibidas	Proyecto
Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos.	**No se alterarán ni destruirán sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ni los flujos hídricos ni hábitats de pastos marinos.** El diseño del tendido del cable, tal como se expone en el Capítulo 2, evita cualquier afectación en estas zonas sensibles, sustentado en el estudio "Caracterización de la biota marina" (ANEXO 4.2).
Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.	**No se arrojarán, verterán o descargarán desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, ni cualquier otro tipo de contaminante al medio natural marino.** El manejo de los residuos se lleva a cabo conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6, que sigue las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.
Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras.	**No se introducirán especies exóticas, incluidas las invasoras.** Durante la ejecución del proyecto no se realizará ninguna acción que implique la introducción de especies.
Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales.	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni

Actividades prohibidas	Proyecto
	afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.

En este sentido, considerando las características del proyecto dentro del área sujeta a la aplicación de esta ANP, se manifiesta que se atiende el listado de actividades permitidas y prohibidas de las Subzonas vinculantes; dando cumplimiento a lo establecido en el Programa de Manejo y el Decreto de esta Área Natural Protegida.

Reglas administrativas

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo I, Disposiciones Generales, Regla 1, del programa de manejo, "las reglas administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales **que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, con una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas**". Como se ha manifestado a lo largo de este apartado, la única actividad que el Proyecto considera llevarse a cabo dentro de la superficie de 5,754,055-36-31.60 hectáreas que conforman el ANP corresponde a la extracción de arena en un banco marino (Figura 3.18). No obstante, a continuación, se presenta la vinculación del conjunto de obras y actividades que conforman el Proyecto respecto de las reglas administrativas establecidas en el programa de manejo de la RBCM (Tabla 3.26).

Tabla 3.26. Vinculación del Proyecto respeto de las reglas administrativas establecidas en el programa de manejo de la RBCM.

Reglas Administrativas	
Regla 1	**Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas.**
	El Promovente en cumplimiento a la presente regla, se compromete a acatar lo establecido en estas disposiciones, para las obras y actividades que se pretenden realizar dentro de la poligonal de la presente ANP, siendo únicamente la relacionada con la extracción de arena.
Regla 4	**Cualquier persona que, para el desarrollo de sus actividades dentro de la Reserva de la Biosfera, requiera de autorización, permiso o concesión, está obligada a portarla y presentarla cuantas veces le sea requerida por las autoridades competentes, con fines de inspección, supervisión y vigilancia.**
	El Promovente en cumplimiento de la presente regla, se compromete a portar y presentar cuantas veces le sea requerido por la autoridad competente, la autorización o permiso correspondiente, para el desarrollo de las actividades que se llevarán a cabo en el ANP.
Regla 5	**Todos los usuarios y visitantes deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y depositarlos fuera de la Reserva de la Biosfera, en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades competentes.** **Es responsabilidad de los prestadores de todo tipo de servicios y de aquellas personas que realicen actividades permitidas dentro de la Reserva de la Biosfera utilizar solamente contenedores, recipientes, envases o cualquier otro tipo de utensilios desechables biodegradables.**

Reglas Administrativas	
	En ningún caso se permitirá que a través de los servicios o actividades que se desarrollen en el Área Natural Protegida se utilicen materiales desechables no biodegradables tales como PET, unicel, plástico, polietileno y polietileno tereftalato; por lo tanto, cualquier tipo de contenedor, recipiente, envase o utensilio fabricados con estos materiales, deberán desecharse en los sitios de disposición que los prestadores de servicios o, en su caso, la Dirección de la Reserva establezcan previamente.
	Para dar cumplimiento a lo establecido en esta regla, se manifiesta que la empresa Promovente se asegurará de que los residuos sólidos generados durante las actividades realizadas en el ANP, sean depositados fuera de ésta. La disposición y manejo de los mismos se realizará conforme a las medidas descritas en el Capítulo 6 de esta MIA-P, a través de su Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual atiende la legislación aplicable en la materia.
Regla 6	**Los usuarios y visitantes deberán cumplir, además de lo previsto en las presentes Reglas Administrativas, con las siguientes obligaciones:** **[…]** **III. Respetar la señalización, rutas de navegación, áreas de fondeo, boyas o balizas y las subzonas de la Reserva de la Biosfera;** **IV. Atender puntualmente las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva relativas a la protección de los ecosistemas;** **V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP, la PROFEPA, la SEMAR y demás autoridades competentes realicen labores de supervisión, inspección, vigilancia, protección y control, así como en situaciones de emergencia o contingencia, y** **VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva de la Biosfera o de la PROFEPA las irregularidades que hubieran observado durante su estancia en el Área Natural Protegida.**
	El Promovente manifiesta que dará cumplimiento a los criterios establecidos en esta regla respetando la señalización, rutas de navegación, áreas de fondeo, boyas o balizas y las subzonas de la Reserva de la Biosfera; atendiendo las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva; brindando apoyo y facilidades a la CONANP, PROFEPA y SEMAR, para que realicen labores de supervisión, inspección, vigilancia, protección y control y en situaciones de emergencia o contingencia; así como haciendo del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva de la Biosfera o a la PROFEPA, sobre irregularidad que se pudieran observar durante el desarrollo de las actividades.
Regla 13	**Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicable:** **[…]** **v. Obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación, que requieren de una manifestación de impacto ambiental;** **[…]**
	El presente Proyecto se presenta a evaluación de impacto ambiental.
Regla 34	**En la Reserva de la Biosfera se deberá respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo establecidas por las autoridades competentes.**
	En la realización de las obras y actividades que consideren el uso de embarcaciones, se respetará la señalización marítima, se realizará su ruta de navegación por los canales autorizados y se llevará a cabo el fondeo de estas en las áreas establecidas por la autoridad competente.
Regla 36	**El uso de embarcaciones no se podrá llevar a cabo en aguas someras, cuando el tamaño de eslora, calado y tipo de propulsión pudieran afectar al hábitat o a las especies de flora y fauna**

Reglas Administrativas	
	Las embarcaciones que participen en el Proyecto contarán con las características adecuadas para evitar daños al medio ambiente, además de que contarán con las autorizaciones requeridas y se cumplirá con lo señalado en estas.
Regla 40	**Dentro de la Reserva de la Biosfera no podrán realizarse actividades de limpieza o mantenimiento de embarcaciones con uso de sustancias químicas, ni cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área natural protegida. Para el abastecimiento de combustible deberán tomar las medidas necesarias para evitar el vertido de combustible al mar.** **Tampoco se podrá verter aguas de lastre y achicar sentinas, esto último, salvo en situaciones de emergencia, cuando se trate de embarcaciones mayores.**
	Tal y como se señala en el Capítulo 2 de esta MIA-P, el mantenimiento, limpieza y reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas se realizará fuera del mar en instalaciones portuarias.
Regla 41	**La reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, sólo podrá realizarse en casos de emergencia y deberá evitarse el vertimiento de los mismos a fin no dañar a los ecosistemas.**
	Tal y como se señala en el Capítulo 2 de esta MIA-P, el mantenimiento, limpieza y reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas se realizará fuera del mar en instalaciones portuarias.
Regla 42	**Todas las embarcaciones deberán eliminar el uso de aceites para impermeabilizarlas, y contar con dispositivos adecuados para almacenar sustancias contaminantes durante su estadía en la Reserva de la Biosfera, tales como aceites, combustibles o residuos sólidos.**
	Para dar cumplimiento a esta regla, en las embarcaciones consideradas para el desarrollo del Proyecto, se evitará el uso de aceites para impermeabilizarlas y se contará con contenedores adecuados para almacenar sustancias contaminantes, tales como aceites, combustibles o residuos sólidos.
Regla 43	**Se permite el fondeo de embarcaciones, únicamente en los sitios definidos por las autoridades competentes para tal efecto. El anclaje sólo se permite en áreas de arenales, sin provocar alteraciones a las áreas de pastos o estructuras arrecifales cercanas.**
	Para dar cumplimiento a la presente regla, las embarcaciones que requieran de anclaje durante sus maniobras, lo realizarán únicamente en los sitios definidos por la autoridad competente.
Regla 44	**Únicamente en situaciones de emergencia, se permitirá anclarse en zonas con fondo arenoso, libres de corales, responsabilizándose de que la embarcación quede fija al fondo, para evitar el garreo de la misma.**
	Para dar cumplimiento a la presente regla, las embarcaciones que requieran de anclaje durante sus maniobras, lo realizarán únicamente en los sitios definidos por la autoridad competente.
Regla 45	**Las actividades permitidas sólo podrán realizarse en embarcaciones que cubran las especificaciones que señalen las autoridades correspondientes, y deberán operar en condiciones mecánicas, de limpieza y de seguridad óptimas**
	Las embarcaciones que participen en el Proyecto contarán con las características adecuadas para evitar daños al medio ambiente, además de que contarán con las autorizaciones requeridas y se cumplirá con lo señalado en estas. Así mismo se asegurará de que estas operen en condiciones mecánicas, de limpieza y de seguridad óptimas.
Regla 48	**En el caso de captura incidental de organismos, éstos deberán ser liberados inmediatamente en el sitio de la captura.**
	En caso de que en alguna etapa, accidentalmente se atrape ejemplares de biota marina, estos se liberarán de inmediato, en un punto alejado del área de maniobras.

Reglas Administrativas	
Regla 53	**Queda prohibida la construcción de muelles, espigones, rompeolas, escolleras, embarcaderos, plataformas o cualquier infraestructura, a excepción de arrecifes artificiales; que afecte formaciones coralinas, pastos marinos, dunas o modifique la dinámica costera.**
	Como ha sido señalado con anterioridad, la barrera de control considerada para su construcción, se ubica fuera de la poligonal establecida para la Reserva de la Biosfera, por lo que esta regla no aplica para el Proyecto.
Regla 72	**La instalación de boyas o arrecifes artificiales, y los proyectos de recuperación de playas, deberán realizarse sin afectar pastos marinos, arrecifes de coral, duna costera, manglar, o las interacciones entre ecosistemas y servicios ambientales que proveen. Y sin utilizar estructuras que puedan ser desplazadas o lanzadas, en caso de eventos hidrometeorológicos**
	No se realizarán las actividades descritas en esta Regla, por lo que no es vinculante.
Regla 73	**Los proyectos de protección costera, recuperación de playas, extracción de arena, instalación de arrecifes artificiales y sus obras asociadas, deberán atender lo siguiente:** **I. Formar parte de proyectos integrales de recuperación, minimizando los impactos ambientales en zonas aledañas;** **II. Atender a una problemática natural, sustentada con estudios actualizados de dinámica costera los cuales al menos deben considerar los siguientes:** **a. La energía en el sistema como vientos, nivel del mar, corrientes marinas locales y de mar profundo, y eventos extremos;** **b. Características físicas del sistema;** **c. Batimetría y topografía, incluyendo forma de la costa y obstáculos;** **d. Estructuras artificiales existentes, y su influencia en la disipación de la energía del oleaje, la modificación de corrientes, transporte y disponibilidad de sedimentos;** **e. Sedimentos: volumen/cantidad, origen y sus características;** **f. Ecosistemas presentes, su estado de conservación, extensión y tipo de arrecifes, pastos marinos, dunas ya que son factores influyentes en la dinámica costera, y** **g. Todos estos factores se deben considerar una escala espacial geográfica adecuada para comprender el funcionamiento del sistema y el impacto de las obras propuestas en él.** **III. No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;** **IV. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;** **V. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;** **VI. Los arrecifes artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas;** **VII. Los proyectos de arrecifes artificiales deberán contar con un plan de modificación o desmantelamiento en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuáles fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña, y** **VIII. Los proyectos de instalación de arrecifes artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.**
	No se realizarán las actividades descritas en esta Regla, por lo que no es vinculante.
Regla 74	**Los proyectos de colocación de hábitats artificiales y las obras y actividades asociadas a dichos proyectos, deberán atender las siguientes indicaciones:**

Reglas Administrativas	
	I. Sustentar con los estudios correspondientes la viabilidad del sitio seleccionado para la ejecución del proyecto; **II. No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;** **III. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;** **IV. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;** **V. Los hábitats artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas, y** **VI. Los proyectos de instalación de hábitats artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.**
	No se realizarán las actividades descritas en esta Regla, por lo que no es vinculante.
Regla 75	**Para obras de dragado se deben implementar medidas para minimizar la dispersión del sedimento y evitar el daño a los ecosistemas costeros y marinos, así como realizar acciones preventivas para el manejo y disposición del material producto del dragado.**
	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.
Regla 76	**No se permite la descarga directa de ningún tipo de sustancia de desecho, desagüe o drenaje en los cuerpos de agua, lagunas o mar.**
	Para dar cumplimiento a la presente regla, como medida preventiva ha sido integrado en el Programa de Supervisión Ambiental, que contendrá las prácticas ambientales permitidas y no permitidas durante la realización de las actividades, entre ellas el no arrojar desechos de ningún tipo al mar.
Regla 81	**La instalación de infraestructura, obras y actividades, incluyendo el dragado y mantenimiento de canales, que por su naturaleza puedan provocar impactos derivados de la suspensión de sedimentos, solo podrán autorizarse cuando: a través de estudios de dispersión de sedimentos y la aplicación de medidas de mitigación correspondientes se demuestre la no afectación a especies en categoría de riesgo, arrecifes de coral y a los pastos marinos; así como a los servicios ambientales que estos proveen.** **[…]**
	No se realizarán las actividades descritas en esta Regla, por lo que no es vinculante.

Reglas Administrativas	
Regla 82	**Quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.**
	Mediante la presentación de esta MIA-P, se da cumplimiento a esta Regla.

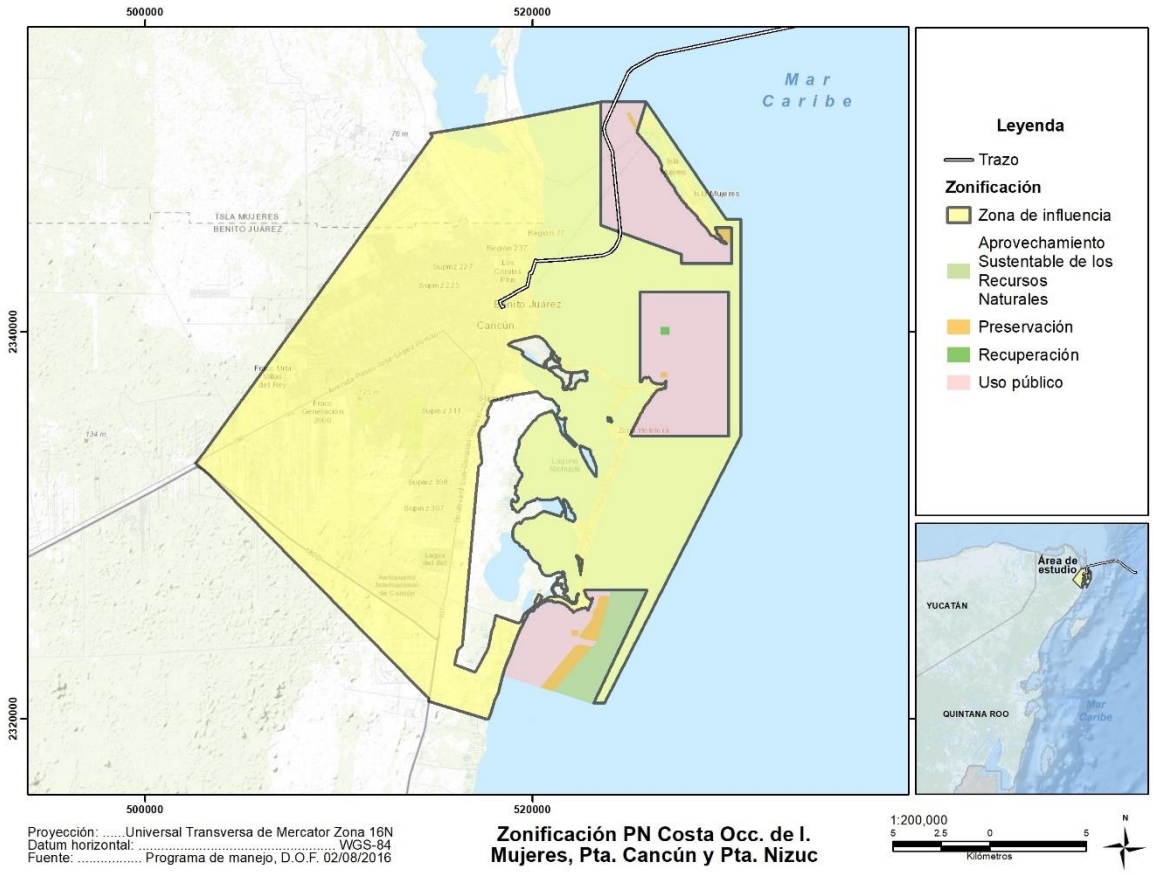
Con base en lo anterior, se demuestra que el Proyecto es congruente con esta ANP y su diversa reglamentación.

3.8.2. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc

El Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc es un Área Natural Protegida (ANP) ubicada en el estado de Quintana Roo, abarcando los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez. Este parque nacional, con una superficie total de 8,673.06 hectáreas, fue decretado como tal el 19 de julio de 1996, y posteriormente recategorizado el 7 de junio de 2000.

El Programa de Manejo (PM) del parque, fundamental para la gestión del Área, fue inicialmente establecido el 06 de agosto de 1998, y su modificación más reciente fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de agosto de 2016.

Figura 3.19. Ubicación del Proyecto con relación a las subzonas del ANP.



Como se identifica en la Figura 3.19, el trazo del Proyecto se ubica en la Subzona de Uso público Isla Mujeres UPPMA1-1, así como en la Zona de Influencia de esta ANP.

Para la subzona de Uso se localiza dentro del Polígono 1 Costa Occidental de Isla Mujeres, comprendiendo casi la totalidad del mismo. En este subpolígono se ubica la primera galería del Museo de Arte Subacuático (MUSA), que consiste en una serie de esculturas con el propósito de descargar la afluencia de visitantes de los arrecifes naturales de este mismo subpolígono. Estas esculturas han servido, a su vez, como arrecifes artificiales, ya que se han colonizado por especies arrecifales de coral, macroalgas, hidrocorales y otros invertebrados, además de numerosas especies de peces.

Con base en lo anterior, se presenta el listado de actividades permitidas y prohibidas para esta Subzona:

Tabla 3.27. Listado de Actividades Permitidas y Prohibidas establecidas para la Subzona de Amortiguamiento Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburón Ballena.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Actividades turístico-recreativas	Alimentar, perseguir o acosar de cualquier forma a los organismos marinos
Colecta científica de ejemplares de vida silvestre	Amarrarse a los rosarios de boyas de señalización

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
Colecta científica de recursos biológicos forestales	Anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas
Construir muelles, embarcaderos o infraestructura portuaria o de otra índole siempre que no afecte las formaciones arrecifales	Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento y señalamiento
Instalación de arrecifes artificiales	El achicamiento de sentinas
Instalación de artefactos navales	El tránsito de embarcaciones con un calado mayor de dos metros, salvo en los canales de navegación
Investigación científica y monitoreo ambiental	Extraer flora y fauna, viva o muerta, así como sus partes o derivados, salvo para la investigación científica y monitoreo ambiental y colecta científica
Filmaciones, actividades de fotografía	Introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras
Natación	Utilizar jet pack
Navegación de embarcaciones con un calado menor de dos metros	Utilizar kitesurf
Recuperación de canales de navegación	Navegar con cualquier embarcación, dentro de las áreas señaladas para la natación, el buceo libre, el buceo autónomo, sobre las formaciones coralinas y/o dentro de los rosarios de boyas
Recuperación de playas	Pararse, asirse o tocar los arrecifes, así como arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas
Turismo de bajo impacto ambiental	Pesca comercial y deportivo-recreativa, incluyendo la subacuática
Usar bronceadores o bloqueadores solares, exclusivamente biodegradables	Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de aguas fangosas o limosas
-	Realizar cualquier actividad de limpieza de las embarcaciones; así como de reparación, mantenimiento y abastecimiento de combustible, o de cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico
-	Recorridos de motos acuáticas o waverunners
-	Remoción de pastos marinos
-	Tirar o abandonar residuos en las playas adyacentes
-	Usar bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables
-	Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas
-	Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, así como desechos sólidos, líquidos o cualquier otro tipo de sustancia que pudiera poner en riesgo a la flora y fauna

Tabla 3.28. Vinculación con actividades prohibidas para la Subzona de Amortiguamiento Uso público Isla Blanca.

Actividades prohibidas	Proyecto
Navegar con cualquier embarcación, dentro de las áreas señaladas para la natación, el buceo libre, el buceo autónomo, sobre las formaciones coralinas y/o dentro de los rosarios de boyas	**No se navegará con embarcaciones dentro de las áreas designadas para natación, buceo libre o autónomo, ni sobre formaciones coralinas o dentro de los rosarios de boyas.** El Proyecto ha sido diseñado de manera que las operaciones de instalación del cable se desarrollen fuera de dichas zonas, minimizando cualquier riesgo de interferencia con actividades recreativas o sensibles.
Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de aguas fangosas o limosas	La naturaleza del Proyecto, que consiste únicamente en la instalación de un cable de fibra óptica submarino, no contempla la remoción del fondo marino ni la generación de suspensión de sedimentos. No obstante, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas marinos y prevenir cualquier afectación, se implementarán las siguientes medidas de mitigación: • Las embarcaciones de calado mayor que participarán en la instalación del cable operarán exclusivamente en aguas profundas, evitando la resuspensión de sedimentos en zonas someras ocasionada por las propelas. • Las operaciones serán realizadas desde un buque especializado, capaz de avanzar a baja velocidad con control preciso de posicionamiento, lo que minimizará prácticamente a cero la posibilidad de generar dispersión de sedimentos. Estas acciones, incluidas en el **Programa de Prevención, Rescate y Monitoreo** descrito en el Capítulo 6 de esta MIA, aseguran que el Proyecto no ocasionará alteraciones en el fondo marino ni afectará los ecosistemas marinos, sin necesidad de recurrir a la remoción de sedimentos.
Remoción de pastos marinos	**No se llevará a cabo la remoción de pastos marinos.** El trazado del cable fue específicamente diseñado para evitar áreas de pastos marinos, como se documenta en el estudio de "Caracterización de la biota marina" (ANEXO 4.2).
Tirar o abandonar residuos en las playas adyacentes	**No se tirarán ni abandonarán residuos en las playas adyacentes.** El manejo adecuado de los residuos generados por el Proyecto se realiza conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, detallado en el Capítulo 6, en estricto apego a las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Actividades prohibidas	Proyecto
Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, así como desechos sólidos, líquidos o cualquier otro tipo de sustancia que pudiera poner en riesgo a la flora y fauna	**No se verterán ni descargarán aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, ni desechos sólidos o líquidos que puedan poner en riesgo la flora y fauna.** Todas las operaciones asociadas con el Proyecto contarán con medidas de prevención y mitigación de derrames, asegurando que no se liberen contaminantes al entorno marino, siguiendo las directrices del Programa de Supervisión Ambiental del Proyecto.

En su apartado correspondiente, el programa de manejo de esta ANP, no define actividades permitidas o no permitidas para la zona de influencia, sin embargo, las obras y actividades del Proyecto ubicadas en esta zona, son congruentes y atienden lo señalado en los ordenamientos que orientan o regulan el desarrollo para esta área, tal es el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), por lo que, de manera consecutiva, se da cumplimiento a lo establecido para esta ANP.

3.9. CONCLUSIÓN

En cumplimiento con las disposiciones legales establecidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el presente proyecto ha sido exhaustivamente evaluado y se concluye que cumple de manera íntegra y satisfactoria con todos los ordenamientos jurídicos aplicables a nivel federal, estatal y municipal.

Compatibilidad con el Ordenamiento Ecológico y Territorial:

El proyecto ha sido analizado en relación con los programas de ordenamiento ecológico territorial vigentes en la región de Quintana Roo, incluyendo el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Caribe Mexicano (POEMRCM). La evaluación demuestra que la instalación del cable submarino es compatible con las directrices de conservación y uso sustentable de los recursos naturales establecidos en dichos programas. En particular, se asegura que la ruta propuesta para el cable minimiza los impactos sobre áreas ecológicas sensibles y se alinea con las zonas de menor sensibilidad ambiental definidas por el ordenamiento ecológico.

Compatibilidad con el Ordenamiento Urbano:

La revisión de los programas de desarrollo urbano del municipio de Benito Juárez, confirma que el proyecto de instalación del cable submarino no interfiere con los planes de uso del suelo y desarrollo urbano establecidos en esta localidad. Al contrario, se espera que el proyecto aporte al desarrollo regional al mejorar la conectividad y las telecomunicaciones, beneficiando a las comunidades locales.

Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM):

El proyecto ha sido diseñado y planificado para cumplir estrictamente con todas las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables. Asimismo, se han considerado y se dará cumplimiento a las normas que regulan la calidad del agua, emisiones al aire y el manejo seguro de materiales peligrosos durante las fases de construcción y operación del proyecto.

Cumplimiento de otros Ordenamientos Jurídicos:

El proyecto también ha sido evaluado respecto a su conformidad con otros marcos legales y normativos pertinentes, incluyendo:

- La Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.
- La Ley General de Bienes Nacionales.
- La Ley Federal del Mar.

Además, en el momento procesal oportuno y sin que la obtención de estos sea impedimento para la autorización de la presente MIA; se gestionarán las autorizaciones y permisos necesarios de las autoridades competentes, tales como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Marina (SEMAR), y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), garantizando así el cumplimiento integral de las disposiciones legales aplicables.

En conclusión, se confirma que el Proyecto no solo es compatible con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano, sino que también cumple cabalmente con todos ordenamientos jurídicos vinculantes. El proyecto se presenta como una iniciativa responsable y alineada con los principios de desarrollo sustentable, contribuyendo positivamente al desarrollo socioeconómico de la región, sin comprometer la integridad ambiental y cultural del entorno

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 2
4.1. INTRODUCCIÓN 2
4.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 4
4.2.1. Área de influencia indirecta 4
4.2.2. Área de Influencia directa 7
4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 9
4.3.1. Factores abióticos 10
4.3.2. Aspectos bióticos 49
4.3.3. Medio Socioeconómico 73
4.4. PAISAJE 81
4.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 83
4.5.1. Análisis ambiental 83
4.5.2. Unidades naturales 83
4.5.3. Condición del SA 83
4.5.4. Estado de conservación de la vegetación del SA 84
4.5.5. Riesgos ambientales 85
4.5.6. Pronóstico ambiental 85
4.5.7. Pronóstico ambiental con la implementación del Proyecto 86

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1. INTRODUCCIÓN

Conforme a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables al predio y a las obras y actividades propuestas por el promovente, el objetivo de este capítulo es definir y analizar en forma integral, los componentes del medio natural del sitio donde se establecerá el Proyecto, para poder llevar a cabo una interpretación de la estructura y función de los ecosistemas y determinar la problemática ambiental detectada en el área de influencia del mismo, es decir, en el Sistema Ambiental identificado contemplando los aspectos bióticos y abióticos del mismo.

El análisis consideró la información técnica generada por especialistas en las diversas áreas, quienes han fundamentado su opinión en el análisis de estudios de campo y laboratorio, así como estudios de gabinete en temas como biota marina, hidrografía, vegetación y fauna marina y terrestre. La información obtenida ha sido utilizada como parte fundamental para el planteamiento y diseño del Proyecto (Tabla 4.1), definiendo las estrategias necesarias para poderlas llevar a cabo sin alteraciones a las condiciones existentes tanto de los recursos como de los procesos involucrados. En el presente capítulo se pueden observar los resultados de los estudios ambientales realizados y la descripción del Sistema Ambiental identificado. Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas (Tabla 4.1).
- Estudios de campo del área de estudio.
- Información obtenida de fotografía aérea digital georreferenciada.
- Bibliografía disponible del sitio de interés.
- Datos cartográficos puestos a disposición por el INEGI.

Tabla 4.1. Información técnica de soporte para la MIA-P

Anexo	Tema	Especialista / Empresa	Especialidad
4.1	Estudio metoceánico (meteorológico – oceanográfico)	Fugro USA Marine	Tecnología Lidar batimétrica
4.2	Caracterización de la biota marina	Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.	Diagnóstico y restauración ambiental

En la Tabla 4.2 se muestra la estructura bajo la cual se presenta la información ambiental generada para este Capítulo y los distintos niveles de extensión geográfica de acuerdo al estudio del que se trate. Esta precisión es de gran importancia ya que es factible el definir la escala de la misma, de acuerdo a las características y tipo de información y con ello establecer los alcances concretos de los diversos análisis.

Tabla 4.2. Estructura general del contenido del Capítulo 4 de la MIA-P del Proyecto TAF_MX.

Contenido			**Nivel de extensión territorial del área de estudio**
Delimitación del área de estudio	Fundamento técnico de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Zona de referencia para Macro-procesos	Península de Yucatán y municipio de Benito Juárez
		Zona de referencia para procesos de menor escala	Zona marina y terrestre de referencia y área de influencia directa
		Estudio de fondos	Zona marina de referencia y área de influencia directa
Descripción ambiental	**Caracterización del Sistema Ambiental**		
	Aspectos abióticos	Clima	Península de Yucatán y municipio de Benito Juárez
		Geología	Península de Yucatán
		Geomorfología	Península de Yucatán y municipio de Benito Juárez
		Edafología	Península de Yucatán y Zona de referencia
		Hidrología	Península de Yucatán y Zona de referencia
		Batimetría	Zona de referencia marina
		Geohidrología	Zona de referencia marina
		Dinámica costera	Zona de referencia marina
		Pronóstico metoceánico	Zona de referencia marina
		Caracterización de ambientes marinos	Zona de referencia marina
	Aspectos bióticos	Vegetación y fauna terrestre	Zona de referencia terrestre
		Caracterización de biota marina	Zona de referencia marina
	Aspectos socioeconómicos	Contexto regional	Estado de Quintana Roo. Municipio de Benito Juárez
Análisis Ambiental	**Diagnóstico Ambiental**		
	Condición ambiental	Condición ambiental	Zona de referencia marina
		Caracterización de ambientes	Zona de referencia marina
		Vegetación y fauna terrestre	Zona terrestre de referencia
		Caracterización de biota marina	Zona de referencia marina
		Fondo marino	Zona de referencia marina
		Paisaje	Zona de referencia terrestre
			Zona de referencia marina

4.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

4.2.1. Área de influencia indirecta

La guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular (MIA-P), de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Material de Evaluación de Impacto Ambiental, indica en su Artículo 12, Fracción IV, que la MIA deberá contener la *descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.*

El Sistema Ambiental (SA) corresponde a un "conjunto de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan en el espacio geográfico del proyecto, y donde re manifiestan los impactos ambientales del proyecto, su límite de distribución terminará hasta donde los componentes sean influenciados por su desarrollo (zona de influencia)", para su conocimiento, se describen las características de los componentes y factores ambientales que potencialmente interactuarán con el proyecto y que darán las herramientas para evaluar los posibles impactos sobre los ecosistemas presentes en el SA.

A continuación, se describen los alcances de la extensión territorial de acuerdo con el componente, objeto de cada estudio, para obtener la caracterización ambiental de que trató (Tabla 4.2) estos son:

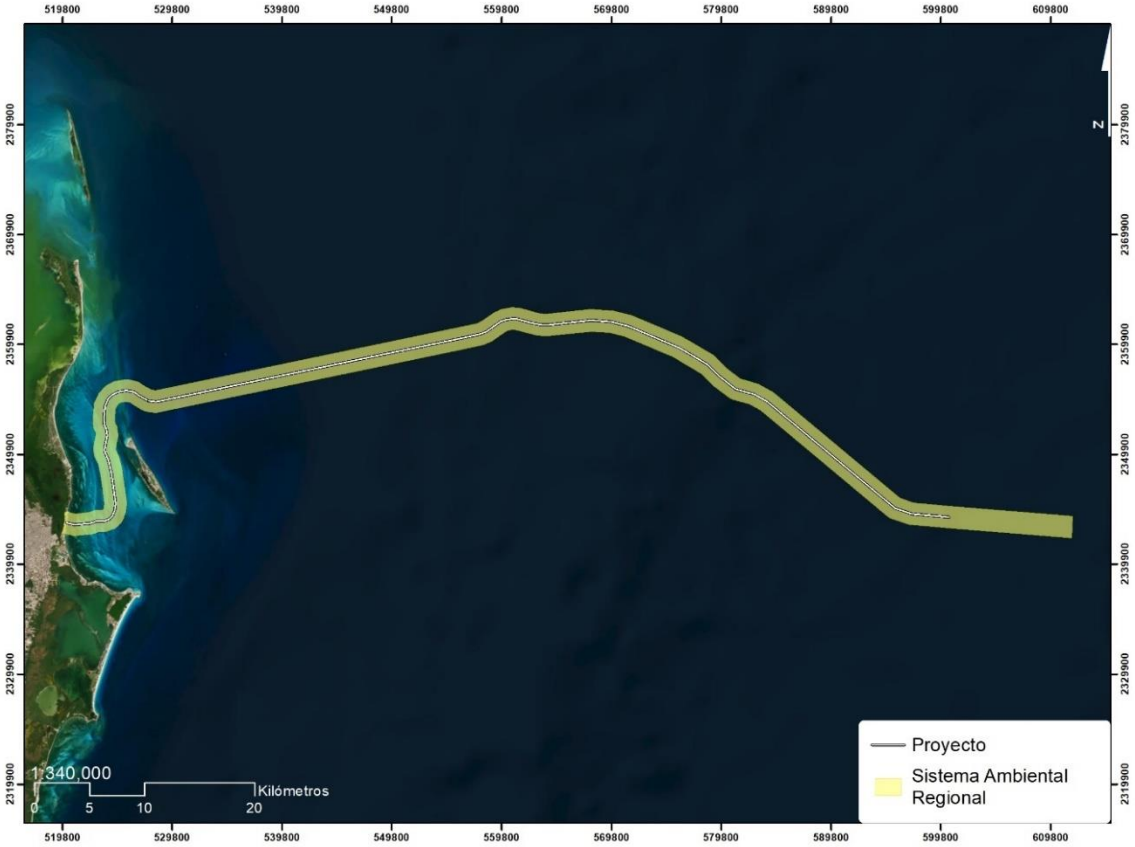
- Área de **influencia indirecta** del Proyecto (**Sistema Ambiental**):
    - Zona de influencia terrestre
    - Zona de influencia marina
- Área de **influencia directa** del Proyecto:
    - Zona de influencia terrestre
    - Zona de influencia marina

Se delimitó la zona de influencia terrestre respecto a la poligonal de la UGA-21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, de acuerdo con la ubicación donde se pretende llevar a cabo el aterrizaje y conexión del cable. La zona de influencia marina fue delimitada respecto a las franjas del Mar Territorial, zona contigua y Zona Económica Exclusiva, de acuerdo con la ruta definida para la instalación del cable submarino.

En las zonas costeras existen obras destinadas a servicios públicos, desarrollos turísticos, portuarios, pesqueros, habitacionales, etc. Por ello, son sitios valiosos, especiales y complejos, que ofrecen oportunidades únicas de recreación, de comercio marítimo y de generación de empleos para los habitantes de las comunidades en ellas asentadas.

En virtud de lo anterior, el presente estudio consideró al área de influencia indirecta como una delimitación del Sistema Ambiental de 200 km^2; que puede entenderse, como la superficie que no es transformada por la afectación directa del Proyecto, pero que podría ser el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y proyectos vecinos y viceversa.

Figura 4.1. Delimitación del Sistema Ambiental, de acuerdo con la ruta definida para el Proyecto.



De acuerdo a lo anterior, los límites principales empleados para definir el SA del proyecto fueron los siguientes:

a) Zona indirecta de Influencia Terrestre

Este sistema está conformado en área urbanizada, principalmente por residencias, y con superficies destinadas al turismo de alta densidad. La vegetación, en el tema de cobertura vegetal, presenta un alto grado de fragmentación, debido a las actividades desarrolladas en el sitio, por lo tanto, se puede observar una vegetación secundaria perturbada de especies introducidas.

Afectaciones antropogénicas:

- La colocación y tendido de líneas de energía eléctrica y alumbrado público.
- La apertura de calles de acceso para la conformación de manzanas
- Caminos secundarios que permiten el acceso de vehículos y personas a la zona de playa.
- Construcción y operación de restaurantes y viviendas unifamiliares de tipo urbano.

Por lo anterior, de forma general se puede considerar que el área de influencia ha sufrido diversas alteraciones antropogénicas, generadas principalmente por la presencia de

actividades turísticas, pesca, viviendas unifamiliares y restaurantes, con evidente presencia de afectación por su utilización.

a) Zona indirecta de Influencia Marina

Para el caso de la zona de influencia marina se consideraron los impactos generados por la instalación del cable en el fondo marino. En este sentido se delimito una zona buffer de 2 km de ancho sobre la ruta prevista de instalación del cable extendiéndose sobre el Mar Territorial, Zona continua y Zona Económica Exclusiva (Tabla 4.3), considerando 1 km a cada lado de esta.

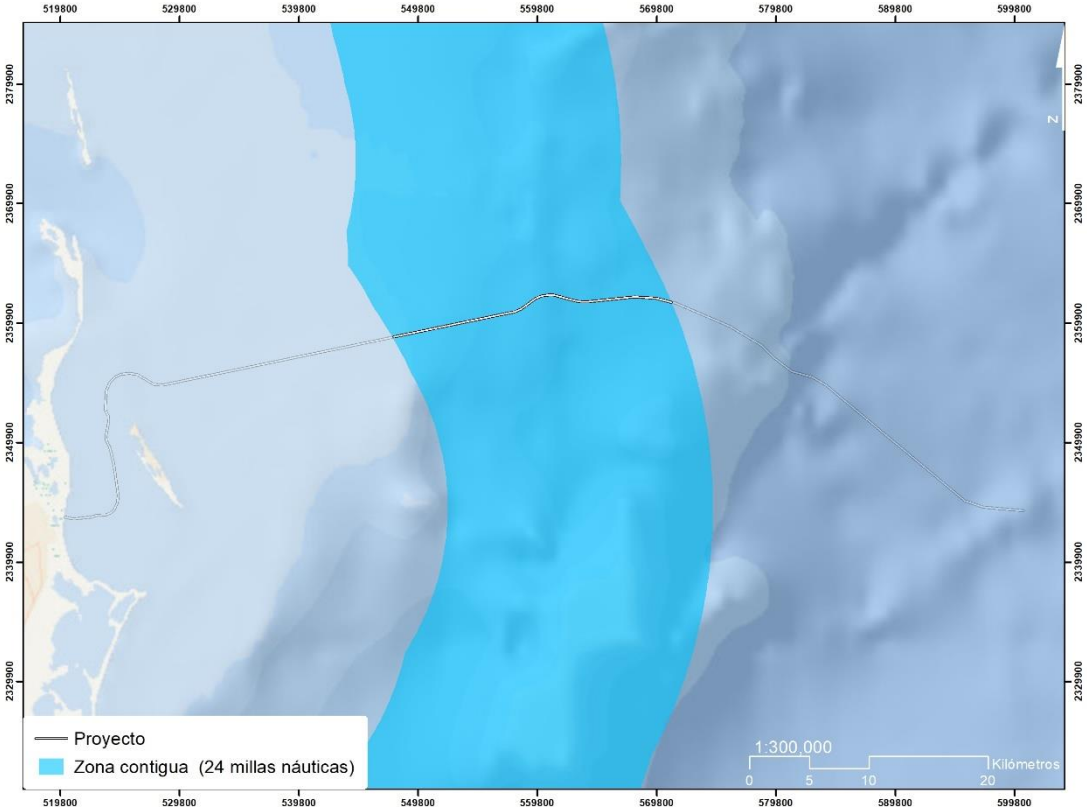
Tabla 4.3. Longitud del SAR en Mar territorial, Zona continua y Zona Económica Exclusiva.

	Longitud (Km)
Longitud en Mar territorial	40.02
Longitud en Zona continua	24.04
Longitud en Zona Económica Exclusiva	35.03
Longitud de ruta	**99.09**

Figura 4.2. Delimitación del Mar territorial y Zona Económica Exclusiva.



Figura 4.3. Delimitación de la Zona contigua.



4.2.2. Área de Influencia directa

El área de influencia directa del Proyecto, se define como aquella zona en la cual, los recursos naturales sufrirán conversión parcial o total por los efectos de la obra que se realizará. En este caso, corresponde estrictamente al área del fondo marino y de playa, así como el área en la zona urbana que se verá afectada de manera temporal por el proceso de instalación del cable y una vez concluido el proceso de instalación corresponde a la superficie de contacto donde permanecerá enterrado en cable.

Las zonas que forman parte del área de influencia directa son:

b) Zona de Influencia Terrestre

La playa El Niño es una de las 22 playas de Quintana Roo que pertenecen al Programa Playas Limpias Agua y Ambiente Seguro (PROPLAYAS), se localiza en Avenida López Portillo, Carretera Punta Sam, Puerto Juárez. El Niño es una playa de cerca de 24 Km de longitud donde se pueden observar veleros y embarcaciones alrededor y en el mar. La playa cuenta con servicio de estacionamiento, amplios sanitarios inclusivos para personas con discapacidad, contenedores para la separación de residuos, regaderas, rampas de madera, palapas y mesas para comer.

Figura 4.4. Zona de influencia terrestre.



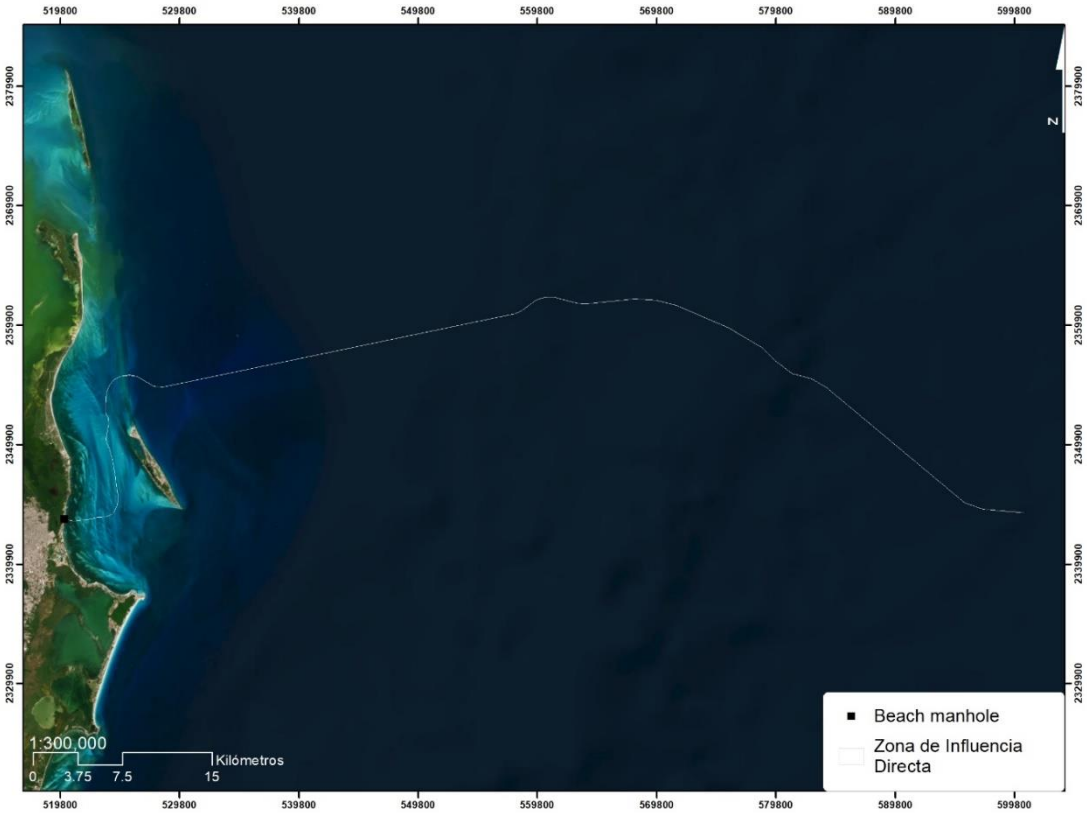
Esta área corresponde a la superficie que resultará afectada por las actividades derivadas por las excavaciones que se realizarán para enterrar el cable de fibra óptica y la placa de tierras propuesto, y que, en este caso, corresponde a una zona de playa abarcando desde la línea de costa (sitio de aterrizaje; LP) hasta el pozo de amarre (BMH), el cual forma parte de las obras preexistentes que serán aprovechadas para realizar la conexión al cable de alimentación.

c) Zona de Influencia Marina

Esta área corresponde a la superficie en que el cable de fibra óptica submarina (con o sin tubería articulada) que quedará enterrado sobre el lecho marino por la longitud de tendido (99.09 km) y un área total de 1 m de afectación temporal por la apertura de la zanja con equipo submarino y posteriormente a 9.90 ha de superficie de contacto del cable en estas zonas que corresponden a la zona somera hasta la zona de profundidad contigua al límite del mar territorial.

Aun cuando se reconoce que hay una superficie de la ruta de del cable en la ZEE, está no se considera dentro de la evaluación de impacto ambiental por lo que no se considera al interior del presente Capítulo.

Figura 4.5. Zona de influencia marina directa.



Se considera que los impactos negativos en la zona de influencia directa son mínimos ya que en su mayoría los impactos son temporales y la zona de zanjeado es mínima en comparación con la extensión de los ambientes que se verán afectados. Además, la metodología empleada para la instalación y enterramiento del cable mediante el uso del arado y el equipo de operación remota (Remotely Operated Vehicle, ROV por sus siglas en inglés) y/o herramientas a chorro de agua, no generan dispersión de sedimentos.

El procedimiento que seguirán los equipos es el “licuado” de arena mediante el uso de agua a presión, por lo que los sedimentos se mantienen en el sitio de trabajo sin mezclarse con los estratos medios superiores de agua. Lo anterior ha sido posible constatarlo en otros procesos de instalación de cables de fibra óptica submarina. Por lo tanto, para efectos de esta MIA, no se considera la delimitación de una zona de influencia indirecta, sino simplemente un área de afectación temporal terrestre en la zona de playa requerida para llevar a cabo las obras de instalación del cable y la placa de tierras, esta superficie será de 146.11 m^2.

4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

El sitito donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a la localidad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Actualmente el municipio de Benito Juárez tiene la misión de mejorar la calidad de vida de la población, a través de apoyos y servicios de calidad, así como de un medio ambiente sostenible.

Lo antes mencionado coincide con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local y en específico con la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA-21), que corresponde a la Zona Urbana de Cancún, la cual presenta una presión de los recursos naturales, riesgo de contaminación por la expansión de urbana y falta de servicios básicos. Por lo anterior, regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano es imprescindible, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona.

Se puede considerar que hasta el momento los rasgos mencionados, se encuentran presentes en la zona; sin embargo, con una menor magnitud, gracias a la implementación de los instrumentos jurídicos y estudios como es el presente.

Por lo anterior, podemos concluir que, en el sistema ambiental delimitado para la realización del presente estudio, existe la presencia de factores que se han venido incrementado, pero a su vez con la implementación de los instrumentos jurídicos y la supervisión por parte de las autoridades ambientales estos han decrecido. Es importante mencionar que, aunque existen factores, como el retiro de vegetación por desarrollos inmobiliarios, riesgo de contaminación al acuífero, entre otros; también se han implementado proyectos con las autorizaciones correspondientes lo que trata de mantener un equilibrio y no seguir colaborando con los factores antropogénicos.

En este apartado se describen y analizan los elementos abióticos, bióticos y sociales que integran el SA, para contar con una visión clara de las condiciones que conforman el área que resultará afectada por las actividades derivadas del desarrollo del Proyecto, que permita la correcta identificación y evaluación de impactos ambientales, así como, permita establecer las apropiadas medidas de mitigación.

4.3.1. Factores abióticos

La información a continuación describe los diferentes componentes del medio abiótico, para la mejor comprensión de la zona de estudio. Estos aspectos se presentan a continuación:

- Clima y fenómenos meteorológicos
- Geología
- Geomorfología
- Edafología
- Hidrología y geohidrología
- Zona marina

4.3.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

El Estado de Quintana Roo presenta en toda su superficie un régimen climático del tipo Cálido Subhúmedo con lluvias en verano de acuerdo con Modificaciones al sistema de

clasificación climática de Köppen (García, 2004), con influencia de factores locales como son la constante brisa marina y la elevada humedad atmosférica por su colindancia con las aguas del Mar Caribe y el Golfo de México, así como por la reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas, que pudieran detener las corrientes de aire húmedo.

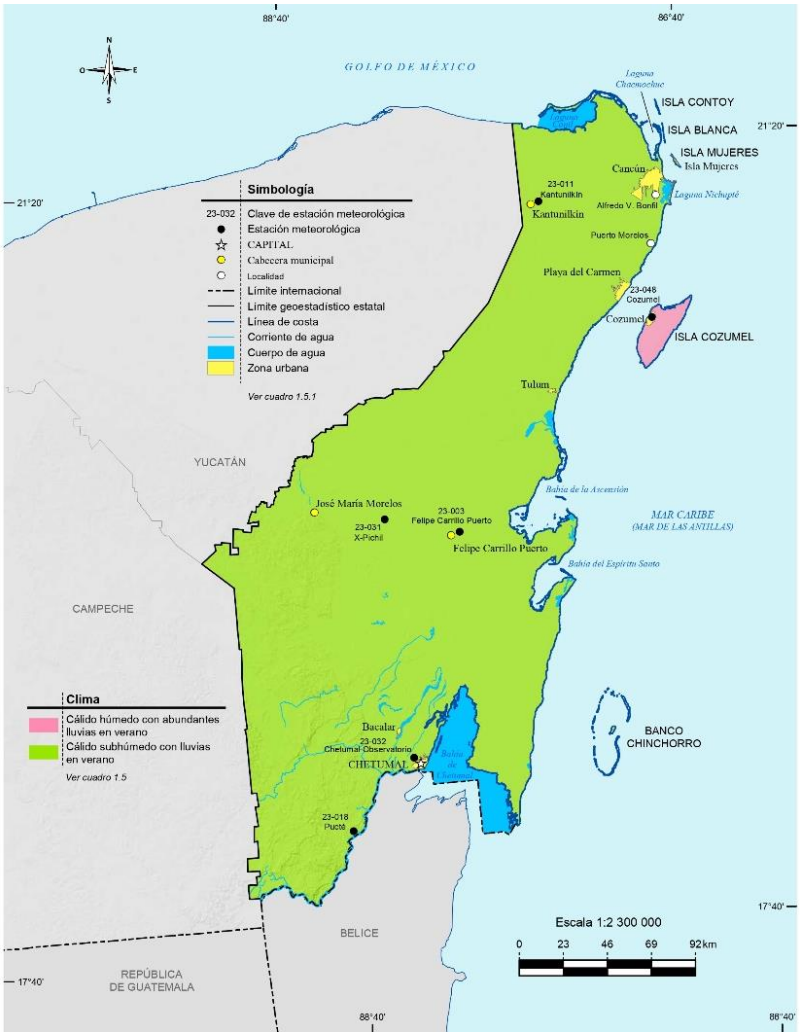
El comportamiento de la precipitación y la temperatura a través del tiempo y su relación con otros elementos atmosféricos como la evaporación y la humedad relativa, son la base para la clasificación de los diversos tipos y subtipos climáticos que caracterizan a esta entidad. Como se aprecia en el cuadro y la figura siguientes, se presentan 5 subtipos climáticos en el estado de Quintana Roo.

Tabla 4.4. Subtipos climáticos del estado de Quintana Roo.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano	**Tipo de Clima**	**Hectáreas**	**Porcentaje**
El menos húmero de los subhúmedos	Awo	61,734.12	1.20
El menos húmedo de los subhúmedos	Awo(x'')	357,552.02	6.96
Humedad intermedia	Aw1	167,480.82	3.26
Humedad intermedia	Aw1(x'')	3,581,064,.45	69.69
El más húmedo de los subhúmedos	Aw2(x')	867,030.88	16.87
Sin identificar	S/D	103,950.07	2.02
Total		5,138,812.36	100

Fuente: (POETEDU, 2022).

Figura 4.6. Climas en el Estado de Quintana Roo.



Fuente: (INEGI serie I., 2016).

Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano.

El clima presente en el municipio de Benito Juárez es resultado de su ubicación geográfica en la zona intertropical de los hemisferios norte y una altitud prácticamente a nivel del mar. Esto determina que la temperatura mensual promedio se encuentre dentro del rango de 24.4°C en enero a 30°C en agosto y la precipitación promedio mensual de 42.3 mm en abril a 271.9 mm en octubre. Las marchas de temperatura y precipitación registradas indican la presencia de un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias intermedio, porcentaje de lluvia invernal 10 > 18, con poca oscilación térmica y con canícula en los meses de julio y agosto[1]. En la Figura 4.7 se observa que en toda la superficie del área de estudio el régimen climático presente es el cálido subhúmedo.

[1] SMN. Normales Climatológicas Estación Cancún, Quintana Roo: Período 1991 – 2020.

Figura 4.7. Clima en el área de estudio.

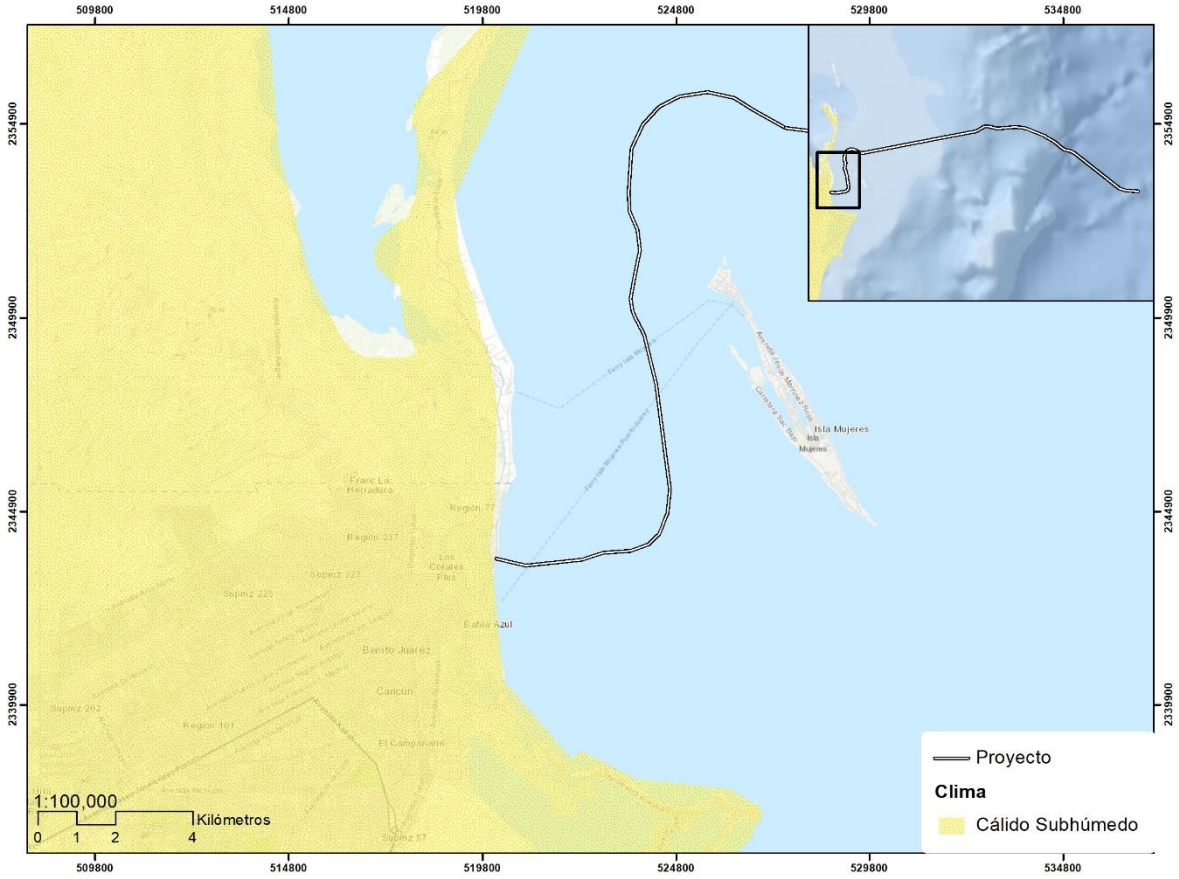


Tabla 4.5. Temperaturas máximas 1991-2020.

Temperatura máxima (°C)													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Normal	28.7	30.1	31.5	33.1	34.2	34.0	35.2	35.1	34.2	32.2	30.3	29.3	32.3
Máxima mensual	31.9	34.1	34.4	36.1	36.9	37.7	38.2	37.8	36.5	35.0	32.9	33.3	
Año de máxima	2017	2017	2015	2020	2003	2019	2019	2019	2016	2016	2018	2016	

Fuente: (SMN, 2020).

Tabla 4.6. Temperaturas mínimas 1991-2020.

Temperatura mínima (°C)													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Normal	20	20.6	21.4	22.9	24.2	24.9	25	24.9	24.5	23.6	22.2	20.9	22.9
Máxima mensual	17.6	17.2	16.7	20.8	22.2	23.0	22.8	23.0	22.5	20.8	8.5	16.1	
Año de máxima	2003	2010	2010	2012	2007	2012	2013	2013	2013	2011	2012	2010	

Fuente: (SMN, 2020).

Tabla 4.7. Temperatura media 1991-2020.

Temperatura media (°C)													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Normal	24.4	25.4	26.4	28.0	29.2	29.5	29.9	30.0	29.3	27.9	26.2	25.2	27.6

Fuente: (SMN, 2020).

Tabla 4.8. Precipitación media registrada 1991-2020.

Precipitación (mm)													
Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Normal	103.8	59.9	38.7	42.3	86.7	184.5	67.0	103.5	183.5	272.1	128.9	96.6	1366.9
Máxima mensual	409.6	192.3	110.8	292.4	304.8	512.2	245.4	289.6	540.4	1188.9	476.9	389.6	
Año de máxima	1993	2012	1994	2010	2018	2013	2010	2013	1995	2005	2013	2013	

Fuente: (SMN, 2020).

Los aspectos anteriores reflejan la dinámica de la atmósfera, donde la marcha de la temperatura responde a un mayor ingreso de energía calorífica proveniente del sol, que por los cambios en la inclinación de la tierra tiene su valor más bajo en diciembre y el más alto en junio. Esta oscilación térmica a lo largo del año y ubicación geográfica del Municipio de Benito Juárez es la razón de que en los meses de invierno esté sujeto al efecto de "nortes"31 y en la temporada calurosa al efecto de eventos ciclónicos provenientes del mar Caribe y el Océano Atlántico. Estos eventos son responsables de la marcha de la precipitación que en invierno (enero a marzo) representa 15.2% de la precipitación anual y en la estación de lluvias (mayo a octubre) es el 64.9%[2].

4.3.1.1.1. Eventos meteorológicos

En los últimos años, el impacto que han provocado las tormentas y huracanes en México ha sido alarmante. La historia de estos fenómenos en la Península de Yucatán y en el estado de Quintana Roo es recurrente; solo en la última década, los huracanes Emily y Wilma afectaron en 2005 al sector de servicios de turismo y provocaron grandes pérdidas en infraestructura.

Los huracanes necesitan una temperatura del agua superficial mayor de 26°C., numerosos autores (Emanuel 2005, Webster et al. 2005, Mann y Emanuel, 2006, entre otros) han observado una relación entre la temperatura del mar, el calentamiento global y la actividad de los huracanes. De tal modo que, la diferencia entre las temperaturas del agua y del aire es decisiva.

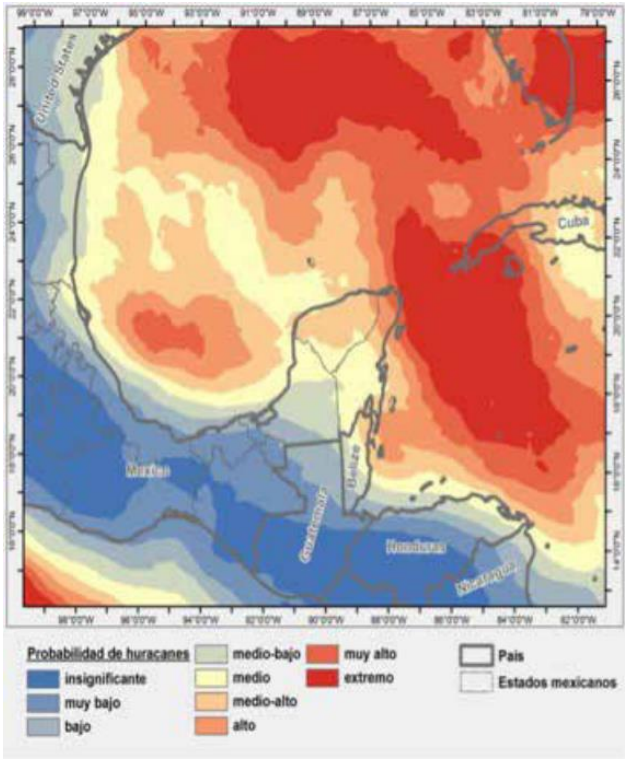
Las proyecciones oficiales del cambio climático calculan un aumento gradual de la temperatura media hacia el fin del siglo entre 0.8 y 3 °C, dependiendo del escenario y la localización. Los escenarios de la precipitación disminuirán hasta 30 por ciento, solo el escenario *commited* espera en el interior del Golfo de México un aumento de precipitación

[2] PDUCP. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, municipio de Benito Juárez (2022).

de hasta 6 por ciento. Los cambios entre los periodos son mínimos en contraste con la temperatura que registra un aumento continuo.

Al analizar la trayectoria de huracanes y tormentas en la Península de Yucatán, es evidente que cada área está expuesta a peligros particulares. El norte de Quintana Roo muestra un peligro extremo por la acción de los huracanes (Figura 4.8); es la zona de mayor riesgo en la península y en México. Konrad (2003), con métodos analógicos, obtiene conclusiones similares. La mayoría de las trayectorias pasan en el estrecho marino de canal de Yucatán, entre Cabo Catoche y Cabo San Antonio, en el extremo occidente de Cuba.[3]

Figura 4.8. Mapa de probabilidad del impacto de un huracán alrededor del Golfo de México.



Fuente: (Colín Olivares et al., 2015)

El registro de huracanes en esta región es incipiente y por ello, para crear lo sucesos de impacto se recurre al análisis histórico de la base de datos de la National Oceanic and Atmospheric Administración (NOAA). La siguiente tabla incluye la relación de huracanes y tormentas tropicales de los cuales se tiene registro entre 1970 y 2022.

Tabla 4.9. Huracanes y tormentas tropicales en Quintana Roo (1970 - 2022)

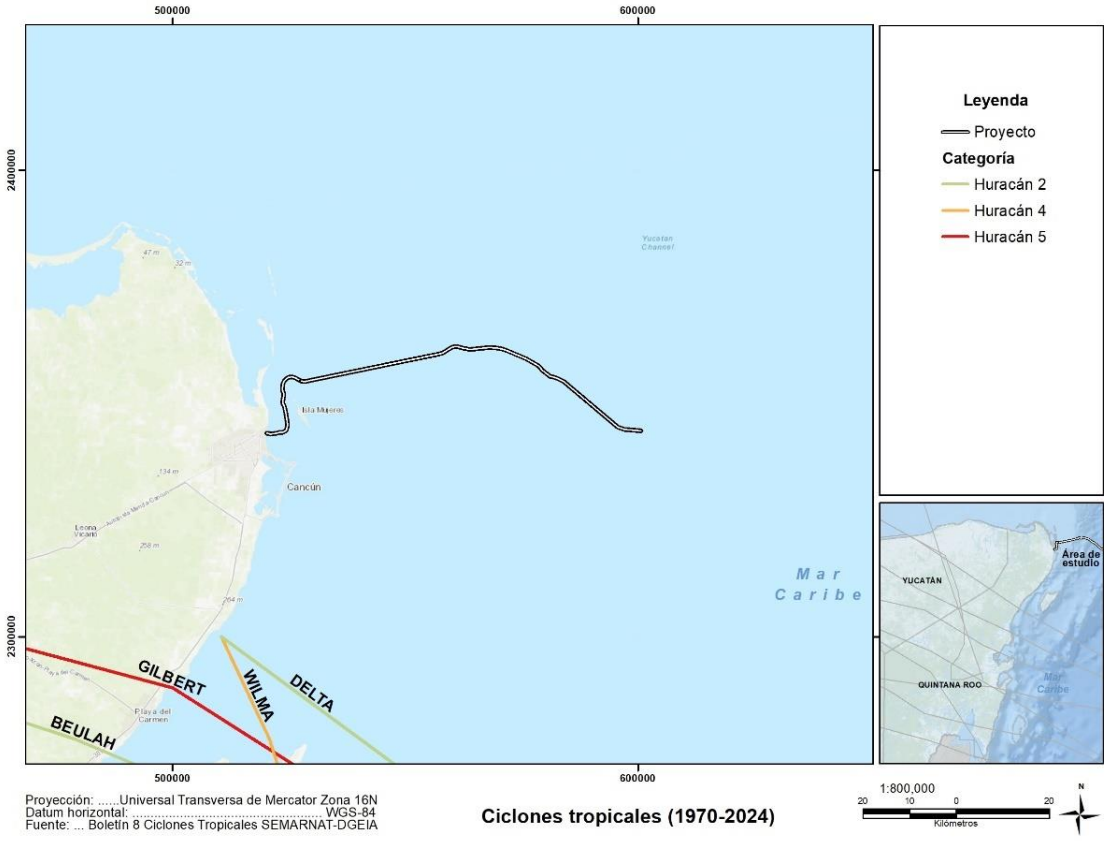
NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA MÁXIMA
ALEX	JUN 02, 2022 - JUN 06, 2022	TS
ZETA	OCT 24, 2020 - OCT 30, 2020	H3

[3] Colín Olivares, O., Chimal Vázquez, A. E., & Ihl, T. (2015). Fenómenos hidrometeorológicos extremos en ciudades turísticas del norte de Quintana Roo. Teoría y Praxis, 10(Especial, marzo 2015), 84–98. https://doi.org/10.22403/uqroomx/typne2015/04

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA MÁXIMA
DELTA	OCT 04, 2020 - OCT 11, 2020	H4
GAMMA	OCT 02, 2020 - OCT 06, 2020	H1
NATE	OCT 03, 2017 - OCT 11, 2017	H1
KAREN	OCT 03, 2013 - OCT 06, 2013	TS
RINA	OCT 22, 2011 - OCT 29, 2011	H3
DON	JUL 27, 2011 - JUL 30, 2011	TS
PAULA	OCT 11, 2010 - OCT 15, 2010	H2
IDA	NOV 04, 2009 - NOV 11, 2009	H2
DOLLY	JUL 20, 2008 - JUL 27, 2008	H2
OLGA	DEC 10, 2007 - DEC 16, 2007	TS
BARRY	MAY 31, 2007 - JUN 05, 2007	TS
WILMA	OCT 15, 2005 - OCT 26, 2005	H5
CLAUDETTE	JUL 07, 2003 - JUL 17, 2003	H1
ISIDORE	SEP 14, 2002 - SEP 27, 2002	H3
GORDON	SEP 14, 2000 - SEP 21, 2000	H1
ALLISON	JUN 03, 1995 - JUN 11, 1995	H1
KEITH	NOV 17, 1988 - NOV 26, 1988	TS
GILBERT	SEP 08, 1988 TO SEP 20, 1988	H5
ALLEN	JUL 31, 1980 - AUG 11, 1980	H5

Fuente: (NOAA, 2023).

Figura 4.9. Trayectoria de ciclones tropicales cercanos al área de estudio.



4.3.1.2. Geología

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por sedimentos calcáreos marinos del Cenozoico. Representa una extensa planicie que forma parte de la Provincia del Golfo y del Caribe, con características morfológicas y estructurales bastante uniformes. Los sedimentos calcáreos constituyen una gran plataforma con elevaciones sobre el nivel del mar, bajas, y extendiéndose dicha plataforma bajo las aguas del Golfo de México, para formar el Banco de Campeche (Figura 4.11).

Quintana Roo, es parte de una estructura de origen sedimentario formada durante el Mesozoico, sobre la cual se depositaron arenas y estructuras de origen orgánico marino a lo largo del Terciario (Ordoñez y García, 2010).[4] Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición (Bonet y Butterlin, 1962; Butterlin y Bonet, 1963).

La plataforma calcárea tal como la conocemos hoy, inicio su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno y Mioceno en la parte sur, el resto se levantó gradualmente a partir del Plioceno y en el Cuaternario el ascenso continuó al norte y hacia la periferia (Bonet

[4] Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O., & Pereira, A. (2014). Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. Revista Mexicana de Ciencias Geologicas, 31(1), 127–137. https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v31n1/v31n1a10.pdf

y Butterlin; 1962; López, 1975; Lugo et al., 1992). En este periodo se originaron dos sistemas de fracturas de acuerdo a Bautista et al. (2005), una con orientación noreste–suroeste a lo largo del cauce del río Hondo y otra orientada al noroeste–sureste a lo largo de la "Sierrita de Ticul".

Durante el Holoceno, el nivel del mar disminuyó por debajo del nivel actual, comenzando el depósito de sedimentos carbonatados del Cuaternario en las áreas costeras actuales. Hoy en día la emersión de esta placa continúa, en parte por la misma dinámica de las placas tectónicas, en particular la placa Caribe y en parte por la continua deposición de materiales sobre la misma, este efecto es más claramente visible en la zona Norte del Estado.[5]

En el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (UQROO, 2004) señala que en la superficie de Quintana Roo se observan cuatro unidades o geosistemas principales:

I. Al Norte, una planicie estructural altamente permeable con una ligera inclinación al norte y con un sistema de fallas dirección (NO-SE) el drenaje superficial es típicamente kárstico debido a la naturaleza suave y porosa de los sedimentos que conforman la estructura, domina una planicie con lomeríos de poca altura y se manifiesta una ausencia total de escurrimientos superficiales dificultando la delimitación de cuncas o subsistemas en la región.

II. Al Sur, alternan planicies internas con mesetas de desarrollo kárstico que alcanzan los 380 msnm, en esta región se pueden observar diversas unidades litológicas de origen sedimentario con depósitos calcáreos y detríticos de diferentes edades, es posible encontrar expuestos algunos afloramientos del terciario inferior que presentan en su base lutitas de color verde con abundantes formaciones yesosas.

III. Al Este, sobre la línea de costa se aprecia un geosistema conformado por bloques de hundimiento producto de actividad tectónica en el que abundan los depósitos detríticos, eólicos, litoral, lacustre y palustre, la conformación principal está dada por materiales ligeros sedimentados, arena con conchas, lodo calcáreo, arcilla y arena.

IV. En la región Oeste y sur del Estado, dominan rocas calizas del Paleoceno, son calizas arcillosas, parcialmente solidificadas, de color café amarillento, con presencia de nódulos de pedernal y microfauna mal preservada. Normalmente se encuentran cubiertas por una capa de caliche y por arenas margosas. Estas rocas forman los afloramientos más antiguos del área.

[5] Fragoso Servón, P. (2015). Análisis espacial de los suelos de Quintana Roo con un enfoque Geomorfológico. Universidad de Quintana Roo, 1(febrero 2015), 1–156. http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/172/GB400.F84.2015-627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Figura 4.10. Clasificación geológica en el área de estudio.

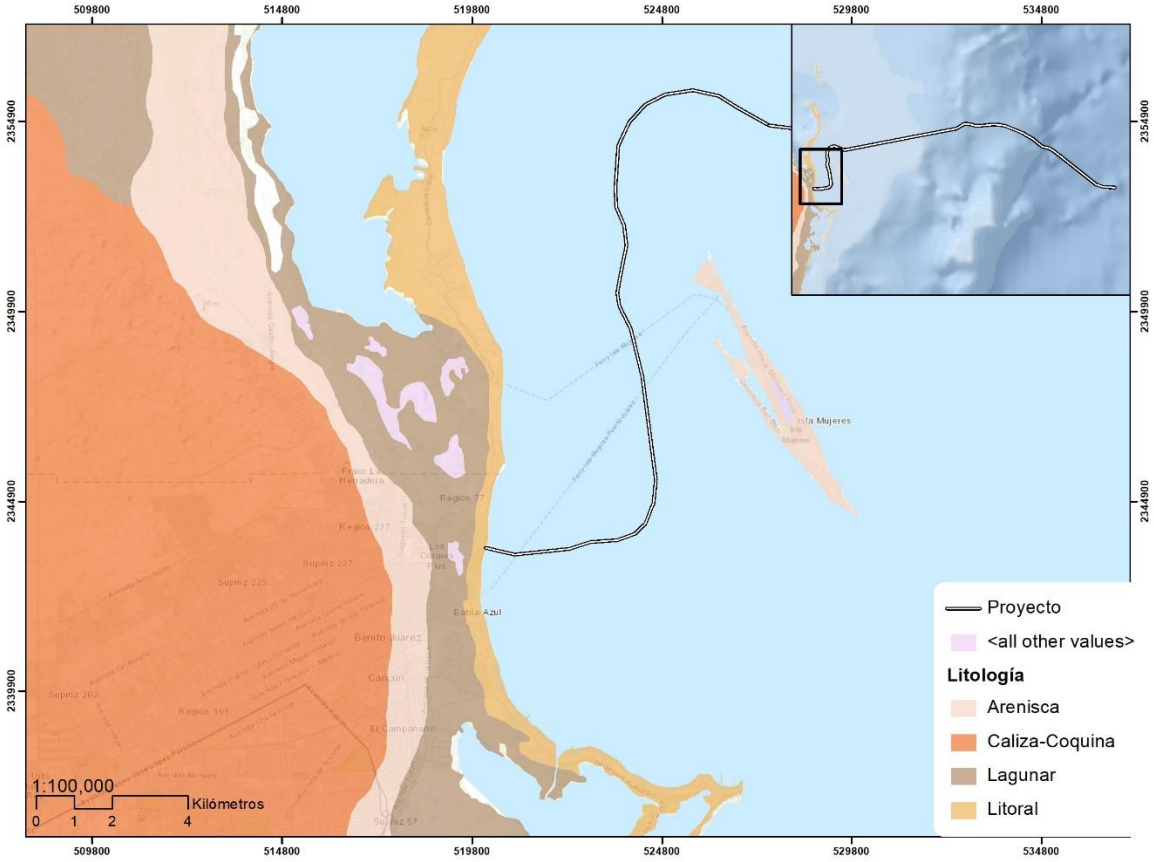
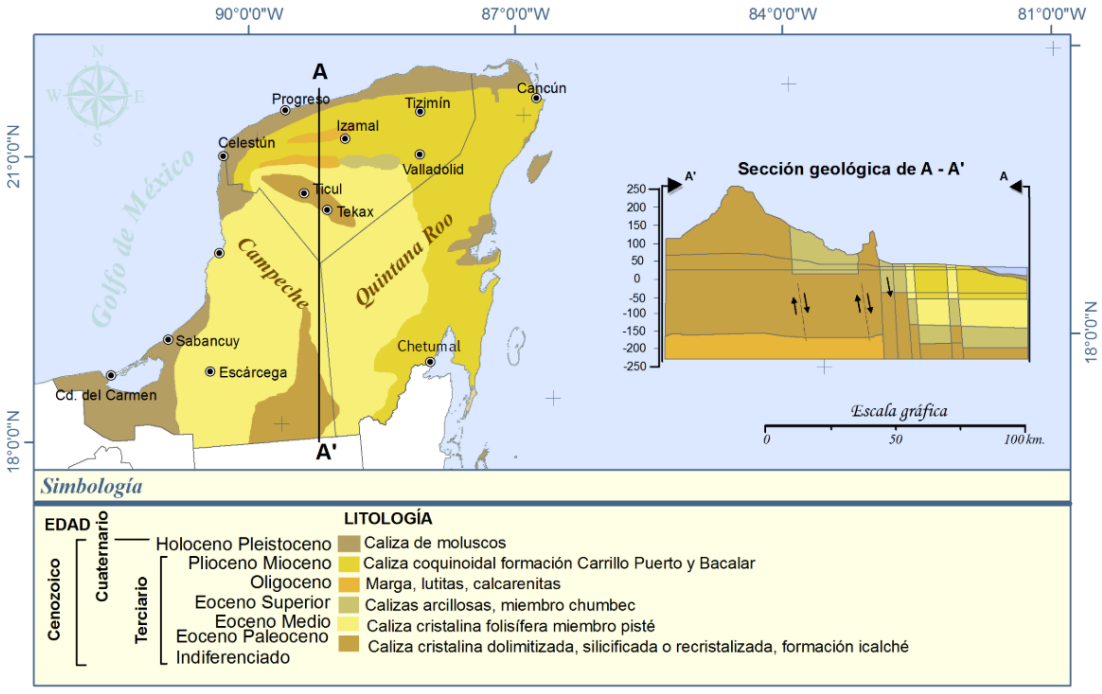


Figura 4.11. Clasificación geológica de la Península de Yucatán.

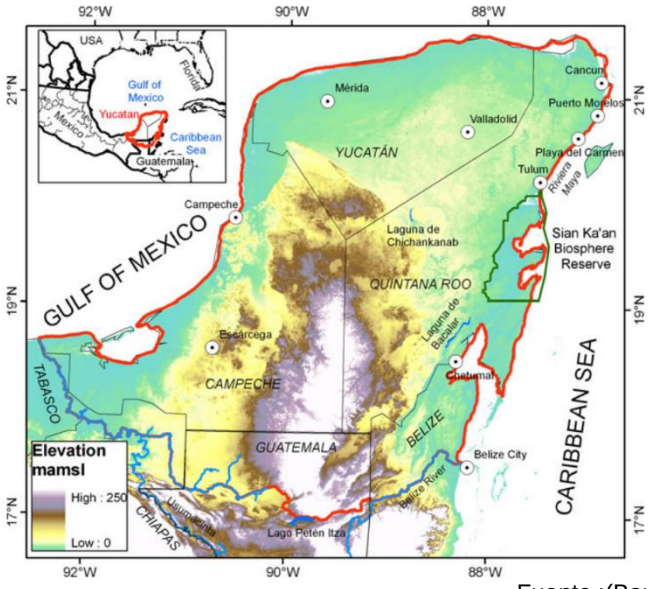


Fuente: (García y Graniel, 2010).[6]

4.3.1.3. Geomorfología

La Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicie interior, 3) colinas y valles, y 4) cuencas escalonadas. Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue formada por una falla y que, a diferencia de las costas norte y oeste, descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros (Figura 4.12).[7]

Figura 4.12. Elevación topográfica de la Península de Yucatán. Medidores por encima del nivel medio del mar (MAMSL).



Fuente :(Bauer-Gottwein et al., 2011)

De acuerdo al estudio de Prospección Geológico Petrográfica de la Península de Yucatán elaborada por (PEMEX, 1967) y (López-Ramos, 1981) la roca más abundante en la entidad es la sedimentaria, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.1%). La composición geológica de Quintana Roo puede resumirse en tres estratos fundamentales en términos de su edad y sirven de basamento para su estructura geomorfológica:[8]

I. Formaciones antiguas. - se localizan en la región sur y oeste del Estado.

- Formación Calizas del Petén.
- Formación Icaiché.

[6] García, G., Eduardo, G. /, & Castro, G. (2001). Geología.

[7] Bauer-Gottwein, P., Gondwe, B. R. N., Charvet, G., Marín, L. E., Rebolledo-Vieyra, M., & Merediz-Alonso, G. (2011). Review: The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. Hydrogeology Journal, 19(3), 507–524. https://doi.org/10.1007/s10040-010-0699-5

[8] Fragoso Servón, P. (2015). Análisis espacial de los suelos de Quintana Roo con un enfoque Geomorfológico. Universidad de Quintana Roo, 1 (febrero 2015), 1–156. http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/172/GB400.F84.2015-627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Formación Chichén-Itzá.

II. Formaciones intermedias. – forman el cuerpo principal del Estado en extensión.

- Formación Bacalar.
- Formación Estero Franco.

III. Formaciones recientes (Cuaternario). - comprende una sola formación la cual puede separarse en varias capas desde el punto de vista fosilífero, pero geológicamente constituye una sola capa que puede llamarse actual o superficial.

- Formación Holoceno - Pleistoceno.

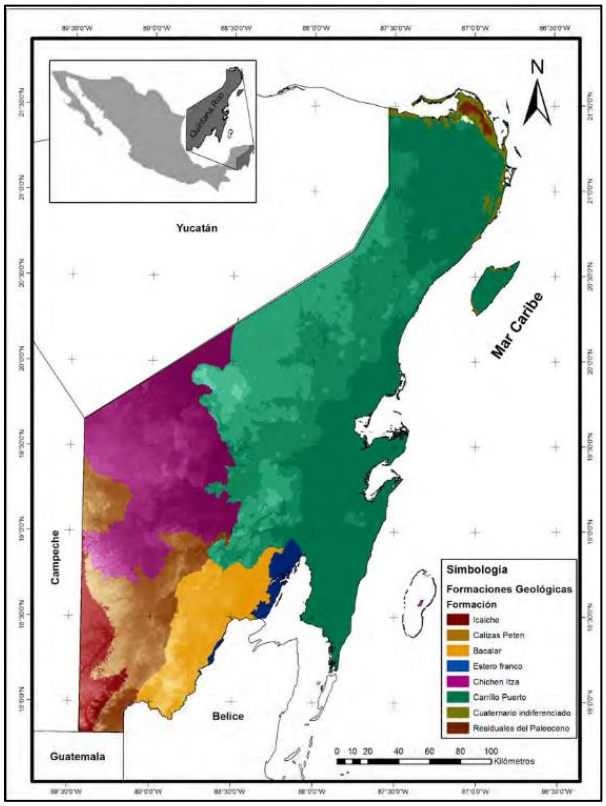
En la Tabla 4.10 y en la Figura 4.13 pueden apreciarse las formaciones geológicas antes mencionadas.

Tabla 4.10. Estratigrafía de Quintana Roo.

Cronoestratigrafía			Formación	Tipo de Roca
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno Pleistoceno 0 a 1.8 Ma	Holoceno – Pleistoceno	Calizas, coquinas color crema con grandes cantidades de moluscos. Arenas. Depósitos aluviales, eólicos, lacustres, litorales y palustres.
	Terciario	Piloceno 1.8 a 5 Ma	Carrillo Puerto	Calizas blancas a crema recristalizada con microfauna; caliza coquinoide bien cementada con restos de bivalvos y calizas arcillosas de color amarillo rojitos.
		Mioceno – Oligoceno 5 a 36 Ma	Estero Franco	Calizas de color amarillo, cristalinas y calizas blanco o rosa.
			Bacalar	Lutitas y calizas cretosas de color gris y blanco con coquinas
		Eoceno 36 a 55 Ma	Chichen Itzá	Calizas blancas, amarillo y gris microcristalinas con impurezas, en el sur cristalinas, macizas y de aspecto marmoleado.
		Paleoceno 55-67 Ma	Icaiché	Calizas compactadas de color blanco a crema con capas yesosas que rompen la continuidad de la estructura caliza con inclusiones de pedernal negro secundario.
Mesozoico	Cretácico	Superior 67 a 99 Ma	Petén	Calizas y dolomías con una delgada capa de arenisca.

Fuente: (Fragoso Servón, 2015).

Figura 4.13. Formaciones geológicas en el estado de Quintana Roo.



Fuente: (Fragoso Servón, 2015).

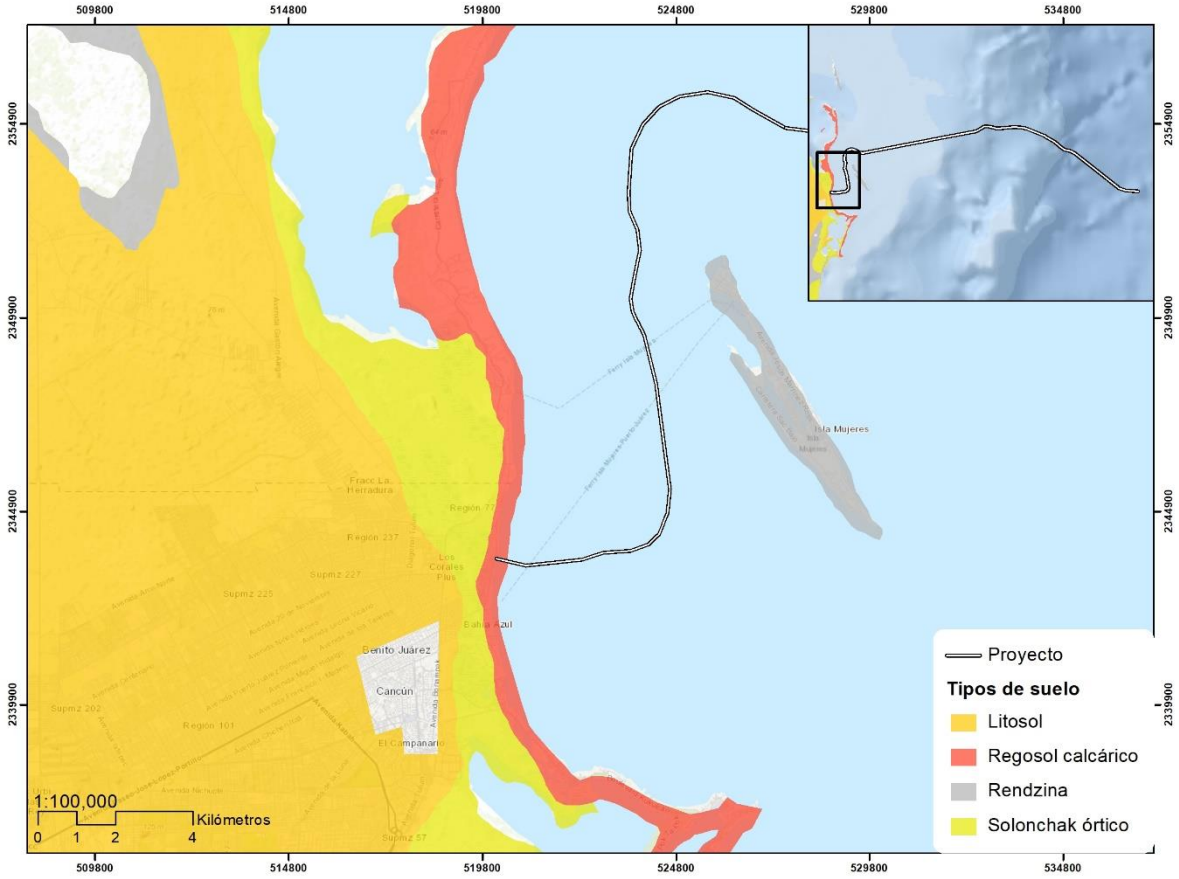
4.3.1.4. Edafología

En Quintana Roo, los suelos tienen su origen en la roca madre, en cuyas fracturas se acumula abundante arcilla y humus, permitiendo, debido a su fertilidad, el desarrollo de la vegetación. Este humus se forma a través del intemperismo a partir de la hojarasca depositada sobre la roca.

En esta sección se presentan los suelos dominantes para el municipio de Benito Juárez, así como para su zona urbana. Además de señalar su superficie aproximada de distribución, en porcentaje y superficie, calculada a partir de la extensión total del municipio (929.84 km^2), eso sin tomar en cuenta el área ocupada por su zona urbana (129.08 km^2).

A partir de lo anterior, tenemos que para el municipio los tipos de suelo presentes son: Arenosol (11.12 km^2, 1.20%), Litosol (743.81 km^2, 79.98%), Solonchak (94.40 km^2, 10.15%), Regosol calcárico y 48.39 km^2 correspondientes al cuerpo de agua alojado en su interior (Laguna Nichupté). De la misma manera, podemos señalar que su zona urbana, la más grande y densamente poblada del Estado de Quintana Roo, se ha edificado sobre el mismo tipo de suelos, de sus 129.08 km^2, aproximadamente el 5% corresponde a "aerosoles" (6.46 km^2), particularmente donde se encuentra su Zona Hotelera, cercanos a su litoral; un poco más del 70% recae en suelos tipo "leptosoles" donde se localiza su Zona Centro, y finalmente, un 3.78% a "solonchak" más hacia el sur.

Figura 4.14. Edafología en el área de estudio.



Los suelos arenosos son muy permeables, en los que el agua se infiltra a gran velocidad, siendo muy escaso el almacenamiento de agua retenido por el perfil para el crecimiento vegetal. Por su parte, los leptosoles son suelos extremadamente jóvenes y delgados, con abundantes gravas, es decir muy pedregosos, la principal diferencia que les separa de otros tipos de suelos deviene de su escasa profundidad. Y por último los suelos solonchak. El término solonchak deriva de los vocablos rusos "sol" que significa sal y "chak" que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino, presentan una capacidad de utilización muy reducida, solo para plantas tolerantes a la sal. En áreas deprimidas con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo, solonchaks externos. Cuando el manto freático es más profundo, la acumulación salina se produce en zonas subsuperficiales del perfil, solonchaks internos.

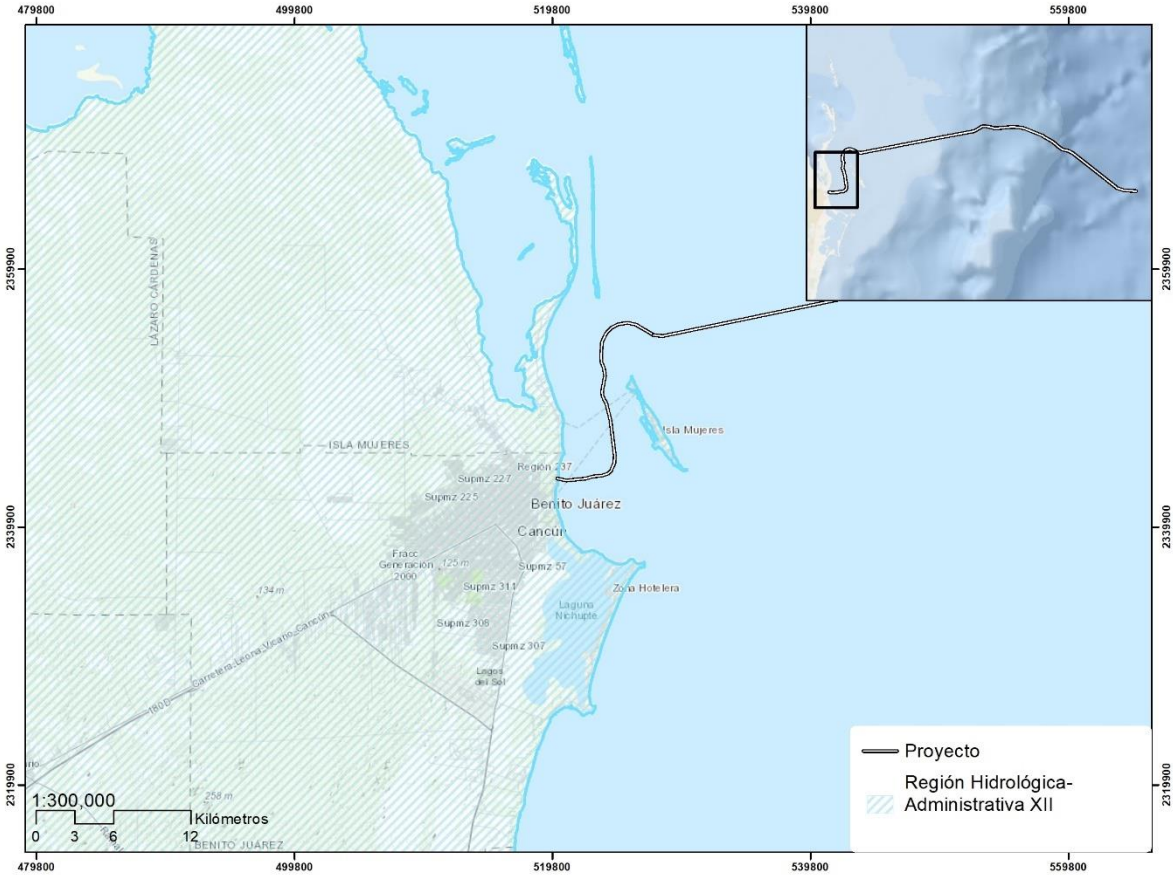
Desde el punto de vista de la prevención, el análisis de tipo de suelo puede determinar el grado de vulnerabilidad del sistema. Su conocimiento permite estimar el grado de afectación que tendrían los componentes del sistema en caso de impacto de amenazas naturales, y poder reforzar y evitar daños en futuros impactos implementando medidas de mitigación que disminuyan la vulnerabilidad y permitan reducir el riesgo, de esta manera garantizar la sostenibilidad de los sistemas.

4.3.1.5. Hidrología y geohidrología

4.3.1.5.1. Hidrología Superficial

Las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) están formadas por agrupaciones de cuencas, las cuales son consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos. La RHA XII. Península de Yucatán, integra al estado de Quintana Roo.

Figura 4.15. Región Hidrología XII Península de Yucatán.



Quintana Roo es uno de los estados de la zona tropical del país, en donde las precipitaciones son mayores de 1 000 mm. Se caracteriza, al igual que los demás Estados del resto de la Península de Yucatán, por la inexistencia de corrientes superficiales relevantes. La excepción de esta particularidad la constituye el río Hondo, que sirve de limite natural entre la República mexicana y Belice. En las porciones Central y Norte del mismo es nula la presencia de corrientes hídricas superficiales, debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del terreno, que es sensiblemente plano.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales debido a la condición de elevaba permeabilidad del sustrato kárstico, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos, y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en

cavernosidades de desarrollo muy complicado, trabajo efectuado por las propias aguas infiltrada y regidas según las zonas de menor resistencia de las rocas y por las fracturas existentes; favoreciendo además este fenómeno por el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal; de manera que todos los sitios que reciben la lluvia, constituyen zonas de recarga del acuífero, es decir toda la superficie estatal.[9]

El flujo preferencial del agua subterránea en la Península de Yucatán es de manera radial, del centro de la Península hacia las costas, sin embargo, este flujo preferencial no es lineal ya que se ve afectado por las zonas de fractura a nivel regional (Anillo de Cenotes, Sierrita de Ticul, Zona de Fracturas Holbox, el Bloque de falla Río Hondo, y La Libertad), por la presencia de grandes y alargados conductos de disolución con un alto grado de karstificación de acuerdo con *The Yucatan Península Karst Aquifer México* (Bauer et al., 2011), incluyendo el sistema de cuevas y ríos subterráneos en Quintana Roo con base en *Exploración geofísica para la prospección hidrogeológica del sistema Pool Tunich, Solidaridad, Quintana Roo, México* (López, 2015) y por las pequeñas fracturas y cavidades de disolución que se forman en la roca a nivel local[10].

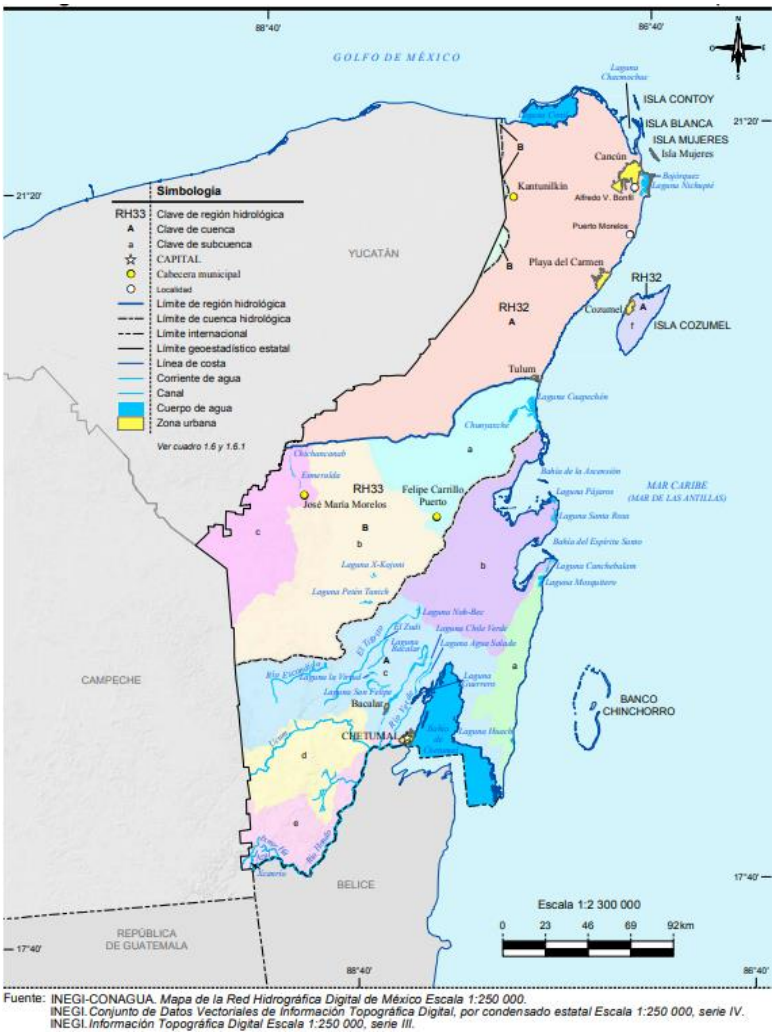
En México se ubican 37 regiones hidrológicas definidas a partir de grandes parteaguas del país. En cada una de estas regiones hidrológicas está contenida, al menos una cuenca, y a su vez, no existe cuenca alguna que esté en más de una región hidrológica.

La cuenca RH32 (Figura 4.16) está conformada por roca caliza de alta permeabilidad, condición que no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales y los cuerpos de agua que se aprecian en la superficie corresponden a cenotes, aguadas o akalchés, y lagunas. Existen también cuerpos de agua intermitente y perenne[11].

La dinámica hidrológica en el municipio de Benito Juárez responde a las características geológicas del sustrato y topografía del suelo. La mayor parte del territorio municipal muestra elevados valores de infiltración en donde el coeficiente de escurrimiento está en el rango de 0% a 5%; mientras que en las hondonadas del terreno la infiltración es menor por la saturación del subsuelo, presentando un coeficiente de escurrimiento en el rango de 10% a 20% que favorece la acumulación de un tirante de agua conforme se establece la temporada de lluvias[10].

[9] Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. (2002). Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo.
[10] POETEDU. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Sustentable del Estado de Quintana Roo 2022.
[11] PDU. Programa de Ordenamiento Ecológico Local Municipio Solidaridad, Quintana Roo. SEDUMA, SEMARNAT

Figura 4.16. Regiones Hidrológicas en el estado de Quintana Roo.



Fuente: INEGI-CONAGUA. *Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México Escala 1:250 000.*
INEGI. *Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica Digital, por condensado estatal Escala 1:250 000, serie IV.*
INEGI. *Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.*

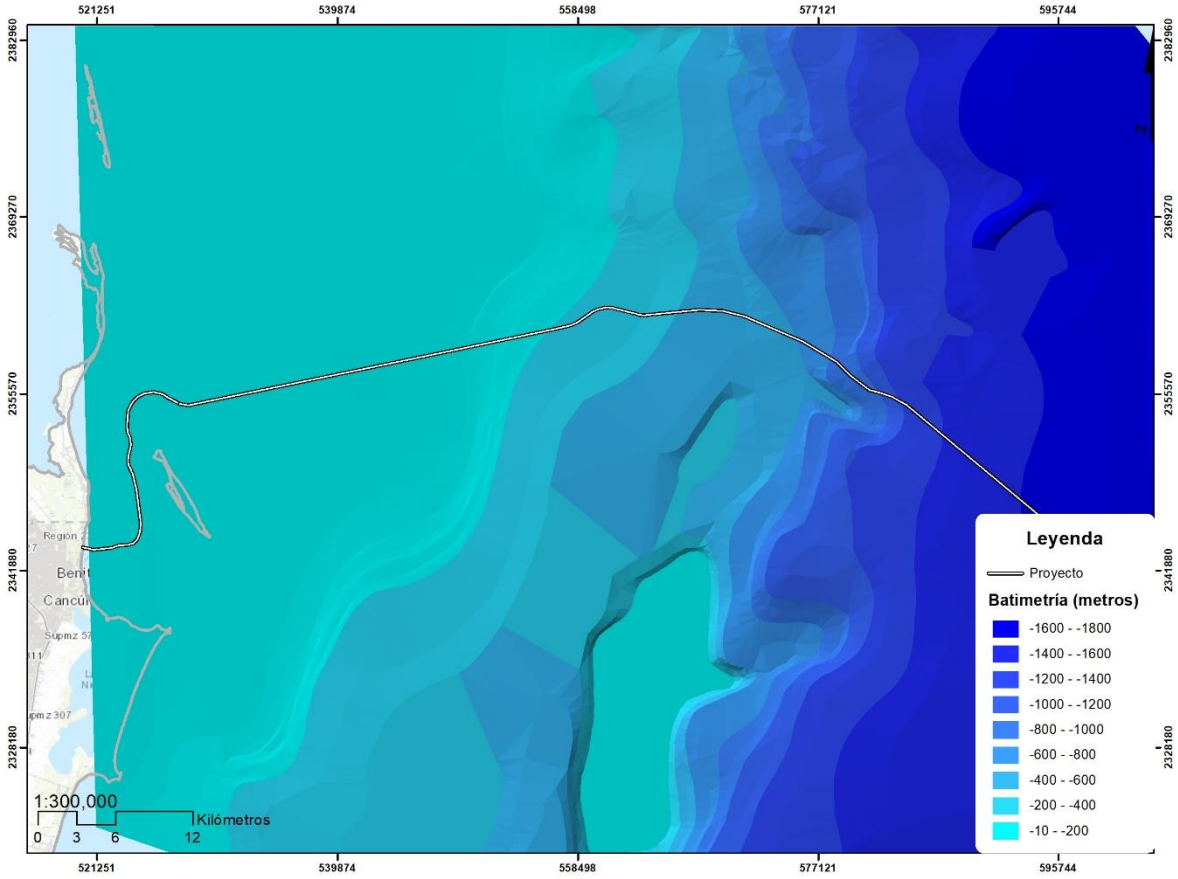
Fuente: (INEGI serie I., 2016).

4.3.1.5.2. Batimetría

La batimetría es la base para iniciar el estudio de una zona marítima y realizar los cálculos necesarios para la colocación de estructuras u objetos en el fondo marino, ya que provee las profundidades de un área y la ubicación a la que se encuentran estas profundidades, lo cual es de vital importancia para el dimensionamiento de objetos, barreras, protecciones, etc., a ser sumergidas o colocadas en el fondo marino.

La información batimétrica se expresa por medio de isobatas (contornos de líneas de la misma profundidad), referenciados a uno o más sistemas de coordenadas sobre un geoide específico. Para este caso se ha utilizado el datum WGS84 y los sistemas de coordenadas Lat Long y UTM. Las profundidades encontradas en el área del Proyecto van de los 0 a los 400 m de profundidad (Figura 4.17).

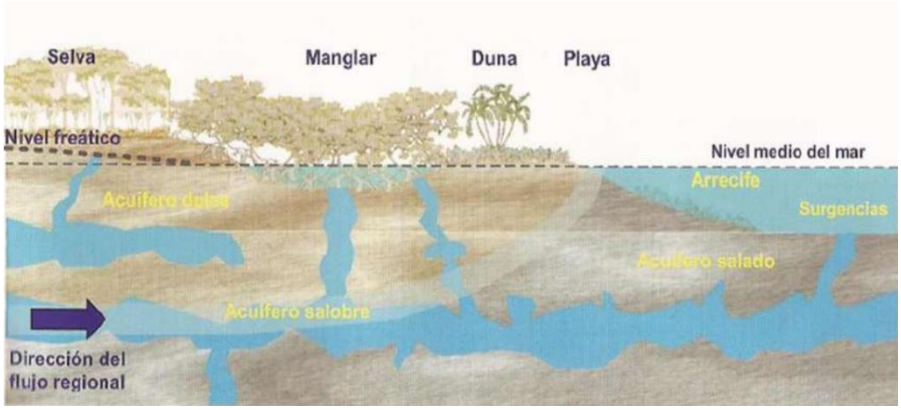
Figura 4.17. Plano batimétrico del área del Proyecto.



4.3.1.5.3. Geohidrología

El acuífero en el Estado de Quintana Roo es de tipo costero, se encuentra en rocas calizas y depósitos de litoral con permeabilidad alta en materia consolidado con posibilidades de aprovechamiento altas en la mayor parte de su territorio. Corresponde a una cuenca hidrológica abierta y forma parte de un acuífero kárstico de tipo libre, en donde los niveles del manto freático varían algunos centímetros entre las épocas de lluvias y secas y por lo general presenta niveles estáticos de casi 5 m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa. El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea se representa de manea esquemática en la siguiente Figura 4.18.

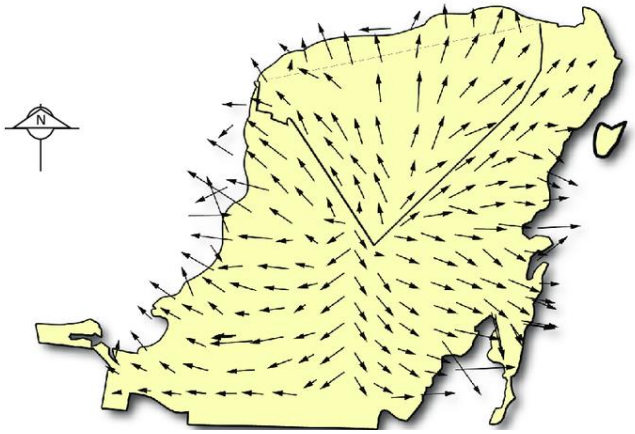
Figura 4.18. Flujo subterráneo del agua que caracteriza a la zona costera de Quintana Roo.



Las particularidades de este sistema hidrológico costero hacen que los acuíferos sean vulnerables a la contaminación por la presencia de asentamientos irregulares sin servicios públicos, las descargas de aguas residuales sin tratamiento y la existencia de pozos pluviales en zonas urbanas. Asimismo, existe el riesgo de intrusión de la cuña de agua salada, por efecto del bombeo para la extracción de agua, que se incrementa conforme se aproxima a la línea de costa.

El acuífero en el Estado de Quintana Roo se encuentra en rocas calizas del Terciario y Cuaternario y depósitos de litoral de este último período, tiene un espesor máximo del orden de 400 m, con permeabilidad alta en material consolidado en la mayor parte de la entidad. Se trata de un acuífero de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. La mayor parte de la superficie del Estado es de planicies, que presentan notable desarrollo cárstico al que debe su gran permeabilidad secundaria, manifestándose en la superficie en forma de cenotes; en tanto que, en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada y no muestra manifestaciones importantes en la superficie del terreno Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

Figura 4.19. Mapa de las direcciones de flujo que sigue el agua subterránea.



Fuente: (Prado, 2008).

4.3.1.6. Dinámica Costera

Debido a que el noreste de la Península de Yucatán carece de ríos y flujos superficiales, los sedimentos marinos someros de esta zona están constituidos casi en su totalidad por arenas carbonatadas de origen biogénico, provenientes principalmente de la degradación de corales y conchas de moluscos.

La franja costera del Noreste de la Península de Yucatán presenta un sistema de Islas de barrera integrada por: Holbox, Isla Contoy, Isla Blanca y Cancún. Por lo cual es pertinente la definición y descripción de esta geoforma costera.

Las islas de barrera se caracterizan por ser muy dinámicas y poco consolidadas y se define como una estructura de acumulación subárea y subacuática de sedimentos detríticos, formada a partir de la interacción del oleaje, marea, corrientes marinas y procesos eólicos. Estas se encuentran separadas del continente generalmente por un cuerpo de agua y su orientación es siempre paralela a la línea de costa (Hesp y Short, 1999).

La costa de Cancún se ve afectada en los meses invernales por la presencia de nortes y el verano por tormentas tropicales, lo cual modifica el régimen de transporte sedimentario de acuerdo a la estación del año en dependencia de las características del oleaje incidente.

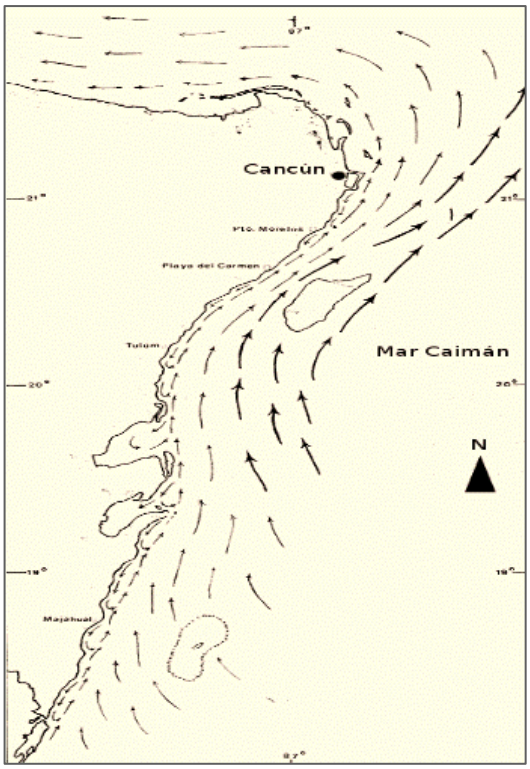
El nivel del mar es influenciado de manera local por una marea astronómica semidiurna de pequeña amplitud, que en condiciones de marea viva tiene un rango de 0.2 a 0.4 m. El oleaje típico incide principalmente del ESE y del SE con altura de ola significante entre 0.5 m y 1.5 metros con periodos entre 4-10 segundos. El viento presenta una dirección una dirección desde el ESE y SE concordando con la dirección de propagación del oleaje.[12]

La dirección predominante de la corriente longitudinal es hacía el Norte, sin embargo, la dirección de la corriente varía de noreste a noroeste y alcanza una velocidad máxima de 2.5 m/s (Figura 4.20). Esta corriente intensa no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía de la zona.[13]

[12] Ortiz, J. A. G. y C. E. E. (2014). Efectos de la hidrodinámica en una playa alimentada artificialmente [Universidad Nacional Autónoma de México]. In Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000723471/3/0723471.pdf

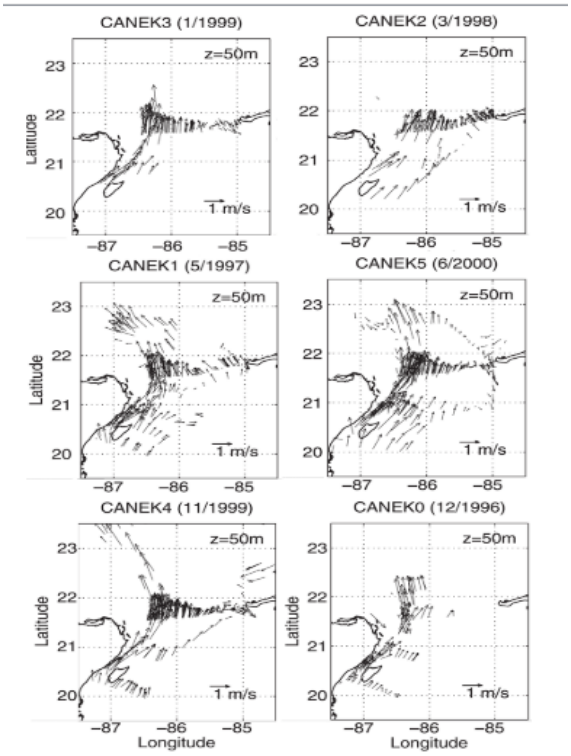
[13] Athié, G., Candela, J., Sheinbaum, J., Badan, A., & Ochoa, J. (2011). Yucatan Current variability through the Cozumel and Yucatan channels. Ciencias Marinas, 37(4A), 471–492. https://doi.org/10.7773/cm.v37i4a.1794

Figura 4.20. La Corriente de la Península de Yucatán frente a la costa de Quintana Roo.



Fuente: (Recaséns, 2008).

Figura 4.21. Variabilidad de la Corriente de Yucatán en distintas épocas del año.



Fuente: (Recaséns, 2008).

La Figura 4.20 muestra los vectores de velocidades de corriente para distintas épocas del año. En estas figuras se observa la estacionalidad de los vectores de velocidad de la corriente en las proximidades de la Isla Mujeres. Al oeste de punta Nizuc, en las inmediaciones del Bajo Arrowsmith, las corrientes se pueden acelerar y generar vórtices; sin embargo, la turbulencia de la corriente en la parte norte de Isla Mujeres puede también generar vórtices (celdas de recirculación) efímeros con intensidades de medias a bajas (50 cm/s). En la parte noreste de la Isla Mujeres los extensos bajos presentes pueden disminuir por completo este efecto, mientras que, por la parte noroeste, la manifestación de una circulación inducida por la baja presión debida a la ausencia de frontera oeste del flujo de la corriente de Yucatán. Esta manifestación sería una corriente de baja intensidad con componente oeste (occidente).

La Figura 4.21 muestra la variabilidad de la Corriente de Yucatán en distintas épocas del año, en las proximidades de la zona hotelera de Cancún, Quintana Roo. Los nombres CANEK# indican el nombre y número de las campañas oceanográficas, la fecha del crucero oceanográfico está en el paréntesis. Como se podrá observar entre junio y noviembre (meses 6 y 11) la velocidad es la más intensa de todo el año, y es cuando un buen volumen

de la Corriente de Yucatán pasa entre la isla de Cozumel y la costa del estado de Quintana Roo.[14]

Algunas de las playas de Quintana Roo son protegidas por estructuras naturales (arrecifes de coral), que generalmente tienden a disipar la energía del oleaje. Sin embargo, el papel que tienen los corales respecto al abastecimiento de sedimentos, así como el efecto que tienen sobre el acarreo litoral y el estado morfológico, se desconoce de manera precisa en estas playas, por ello, cuando se presenta un evento climatológico extremo que afecta la costa, no se tiene el conocimiento exacto de la magnitud temporal y espacial de la función que desempeñan los arrecifes para la recuperación del estado de equilibrio del litoral.

4.3.1.7. Pronóstico metoceánico

Se presenta el estudio metoceánico de Isla Mujeres para la instalación de la ruta del cable de fibra óptica. El estudio consiste en simulaciones numéricas semi-idealizadas de oleaje, corrientes y transporte de sedimentos basadas en diferentes escenarios:

- Escenarios de condiciones normales
- Escenarios de condiciones de huracán
- Escenarios de cambio climático

Escenarios de condiciones normales

Se derivaron condiciones normales de la serie temporal ERA5 de 1950 a 2023 excluyendo zonas tropicales de ciclones. Se utilizó la probabilidad de ocurrencia de la altura significativa de ola por sector direccional para lo cual se definen cuatro escenarios principales (N, NE, E y SE) para caracterizar el clima de oleaje en la región costa afuera.

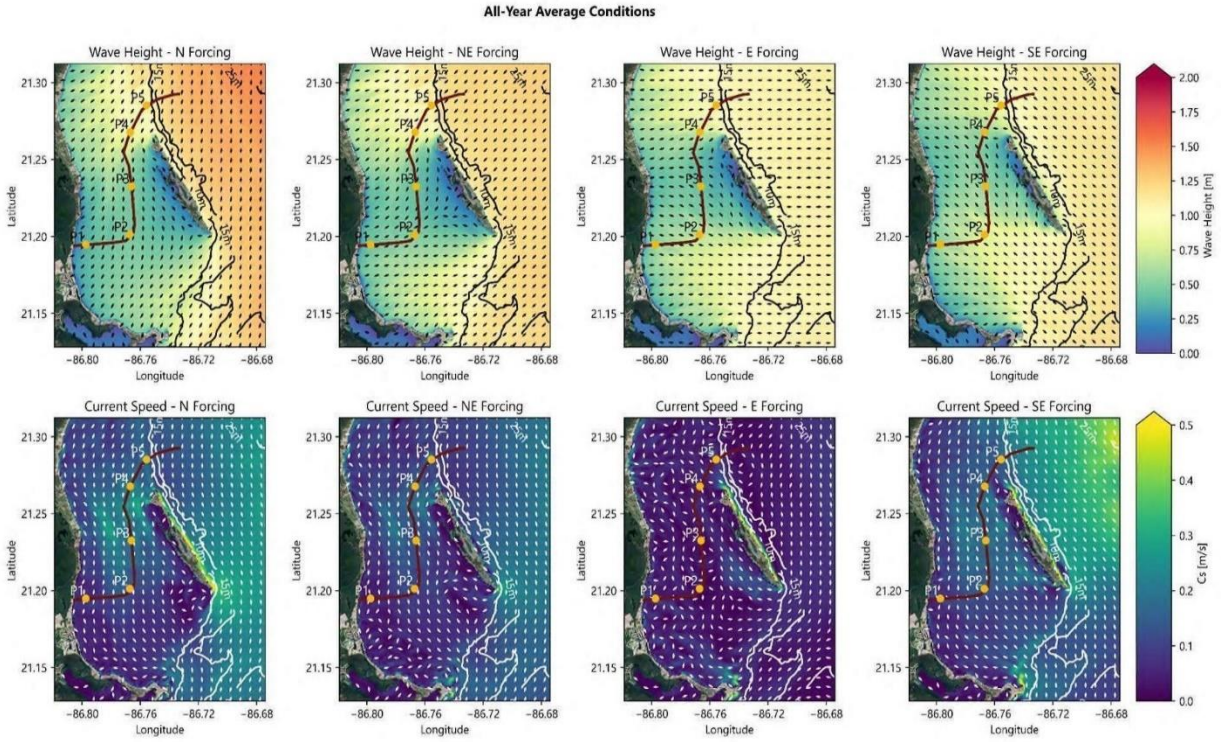
Los resultados de dominio completo del modelo numérico se muestran en la Figura 4.22 y Figura 4.23, indican que el escenario norte de la isla presenta las ondas más altas con valores de 1.5 m, aproximadamente, en el lado marino de la isla, y hasta 1 m en el punto más alejado del cable.

En el caso de las corrientes, las magnitudes de velocidad más altas se encuentran costa afuera de la isla (≥ 0.5 m/s). Las corrientes no superaron la velocidad de 0.5 m/s entre el continente y la isla. Al componente norte se asocia a una velocidad actual de 21 m/s.

En cuanto al comportamiento morfológico del dominio, la mayor parte del área puede considerarse estable (es decir, muy pocos cambios en el lecho marino), especialmente a lo largo de la ruta del cable (Figura 4.23), ya que las condiciones hidrodinámicas normales no impulsaron tasas significativas de transporte de sedimentos que causaran cambios. Las tasas de transporte más altas se produjeron donde las olas rompían sobre la costa y en el lado marino de la isla, y donde las corrientes divergían en el extremo norte y sur de la isla.

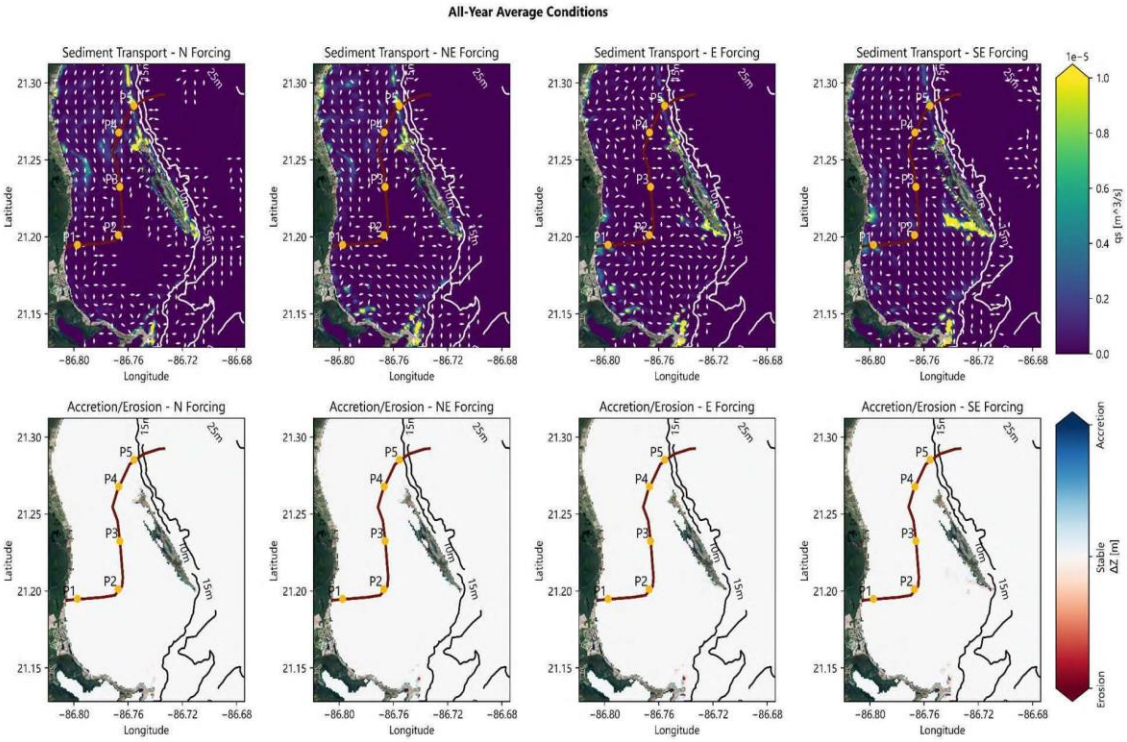
[14] Recaséns, D. A. B. C. (2008). Modelo Hidrodinámico Cancún. Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C., 13, 1–49. https://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2014/09/ANEXO-1_MODELO-HIDRODINAMICO-CANCUN.pdf

Figura 4.22. Escenarios de producción hidrodinámica para condiciones normales.



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.23. Escenarios de producción morfológica para condiciones normales.



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Escenarios de condiciones de huracán

Se llevó a cabo un análisis extremo de una serie temporal de viento y oleaje en un punto costero (PO) consistente únicamente en tormentas tropicales desde 1950 hasta 2023 para obtener los valores omnidireccionales y direccionales de los periodos de retorno de 10, 20, y 100 años.

Tabla 4.11. Escenario de viento y oleaje de huracán extremo omnidireccional y direccional de 20 años.

20 años Viento primario extremo omnidireccional y direccional									
Parámetros	Omni	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Onda primaria									
Hs [m]	7.6	5.6	6.7	7.6	6.7	6.0	5.2	4.0	3.7
Tp [s]	11.6	10.5	11.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.5	9.2
Viento primario									
$Ws_{1\text{-}hr}$ [m/s]	25.3	16.5	25.3	24.8	22.2	24.0	24.5	23.0	23.9
Las direcciones son 'desde', en el sentido de las agujas del reloj desde el Norte. -" Indica que no hay datos o que éstos son insuficientes.									

Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Los valores de los análisis extremos se utilizaron para crear 15 escenarios de modelos numéricas que tienen en cuenta cinco direcciones (N, NE, E, SE y S) de una tormenta que entra en el dominio de los tres periodos diferentes de retorno. Los valores del viento oscilaron entre 14.0 m/s y 33.2 m/s, correspondientes a una depresión tropical y a una tormenta de categoría 1 que pasara sobre el lugar, mientras que las olas oscilaron entre 4.4 m y 11.6 m en el límite de alta mar.

Los valores de oleaje se utilizaron para forzar el modelo en el límite de alta mar, mientras que los valores de viento se utilizaron como campo de viento constante en todo el dominio. Los resultados de los modelos hidrodinámicos y morfodinámicos se presentan en la Figura 4.24 - Figura 4.32. Los resultados morfodinámicos presentados equivalen a 1 día de cambios morfológicos en condiciones de tormenta.

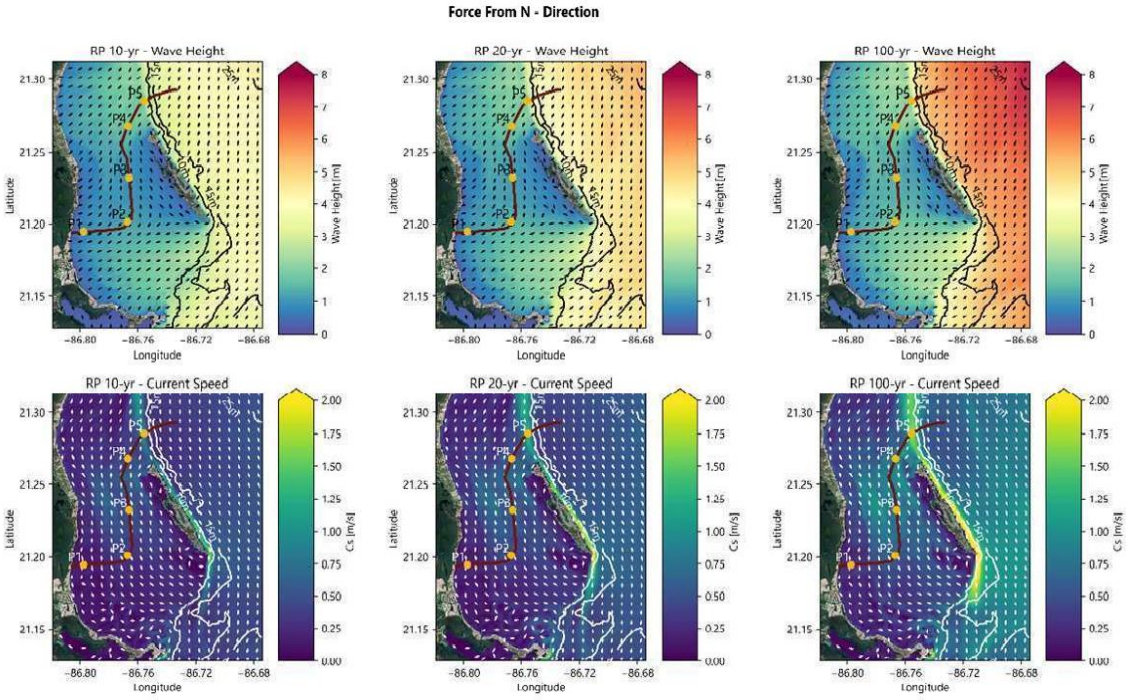
Los resultados de los modelos de oleaje mostraron una disminución significativa, de la altura de las olas entre el límite mar adentro (PO) y la zona entre el continente y la isla, independientemente de los periodos de retorno y las direcciones de forzamiento, debido a los efectos de protección de isla mujeres, la disipación del fondo y la rotura de las olas. A lo largo del cable, la mayor Hs fue provocada por la tormenta de 100 años procedente del este, con un valor máximo de 1.31 m en P1 (punto más cercano a la costa) y de 3.28 m en P5 (punto más expuesto al oleaje de mar adentro).

En cuanto a los resultados del modelo de flujo, las velocidades de las corrientes en aguas poco profundas entre la isla y tierra firme fueron impulsadas principalmente por vientos del norte, noreste, sur y sureste. Estas direcciones permitieron que las corrientes marinas impulsadas por el viento entraran en la zona cercana a la costa, favorecidas por la orientación del litoral.

Las corrientes de alta velocidad durante los huracanes provocaron altas tasas de transporte de sedimentos, especialmente en el lado mar adentro de la isla y a lo largo de un perímetro de 10 m de profundidad, ya que en estas zonas rompían olas altas. Estas condiciones dieron lugar a importantes patrones de erosión y acreción, especialmente en los escenarios de retorno de 100 años. Entre la isla y el continente, los patrones de erosión y acreción fueron significativamente menores, ya que estos fueron impulsados por las corrientes inducidas por el viento y estuvieron más asociados a los efectos de las irregularidades presentadas en la batimetría.

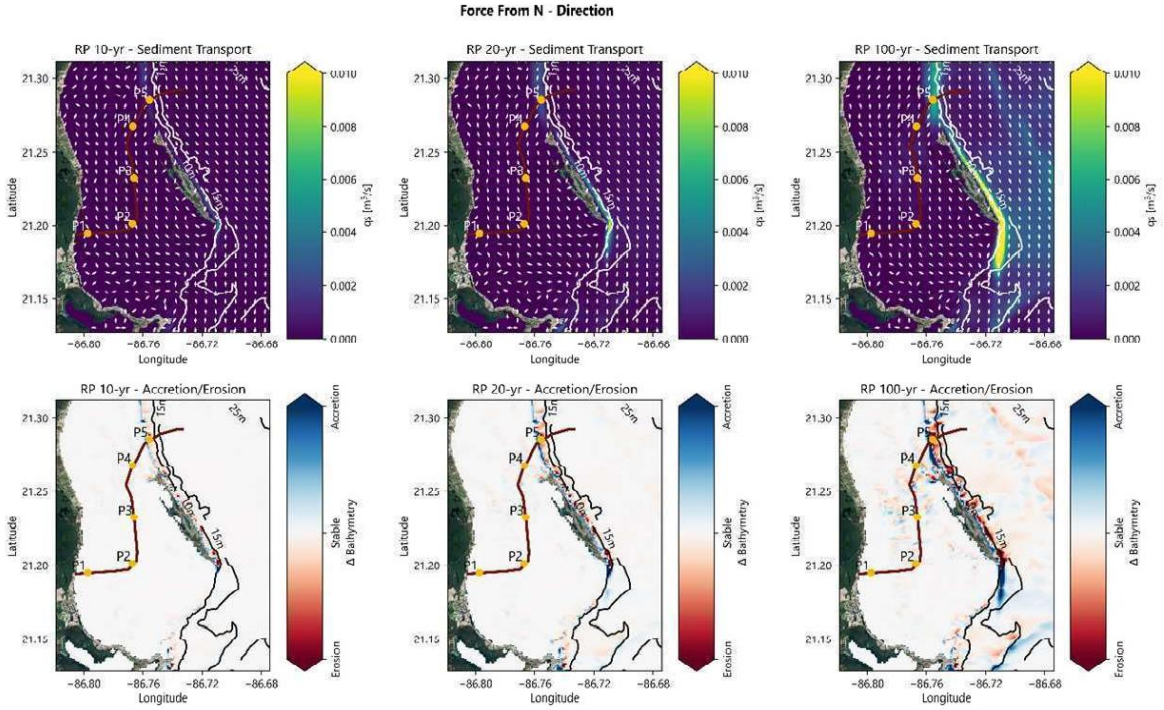
A lo largo de la ruta del cable, los P1 eran los más protegidos contra la erosión/acreción debido a la presencia de praderas marinas, que como se ha comentado anteriormente, reduce la velocidad de la corriente, disminuyendo las tasas de transporte de sedimentos. P5 era el punto más vulnerable a la acreción/erosión. Para el resto de los puntos, las tendencias de acreción o erosión variaron con la dirección de la tormenta entrante y las irregularidades batimétricas a su alrededor.

Figura 4.24. Producción hidrodinámica para condiciones de huracán dirección Norte.



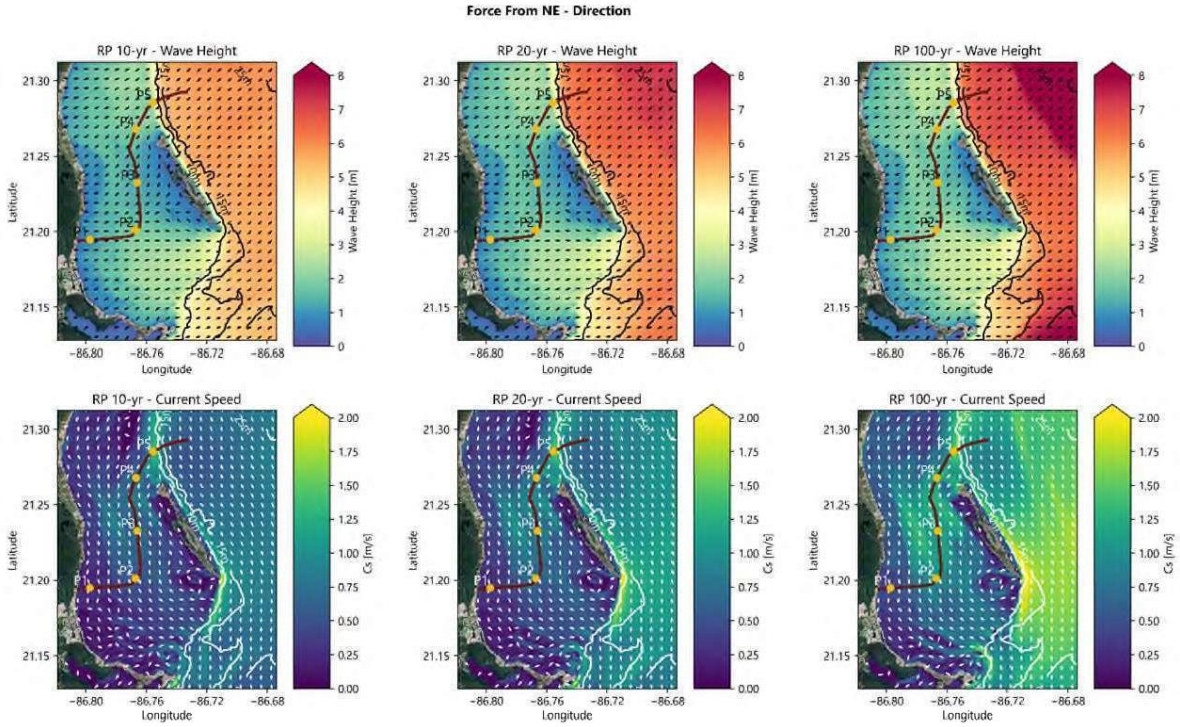
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.25. Producción morfológica para condiciones de huracán dirección Norte.



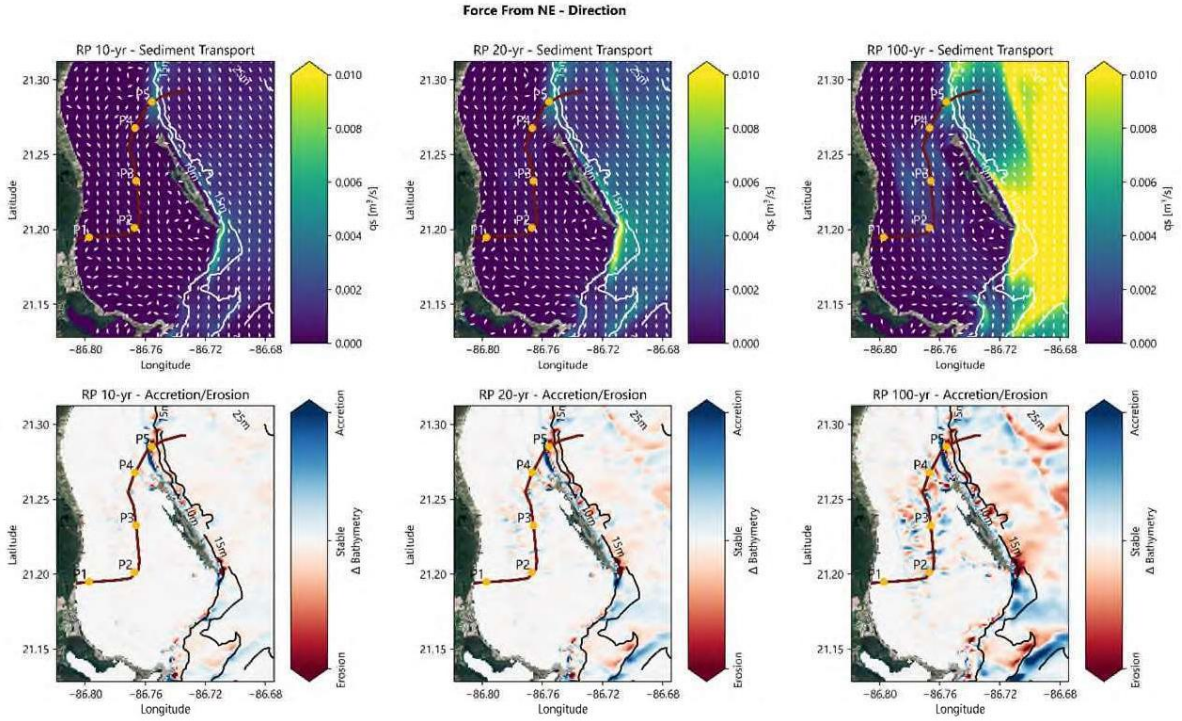
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.26. Producción hidrodinámica para condiciones de huracán dirección Noreste.



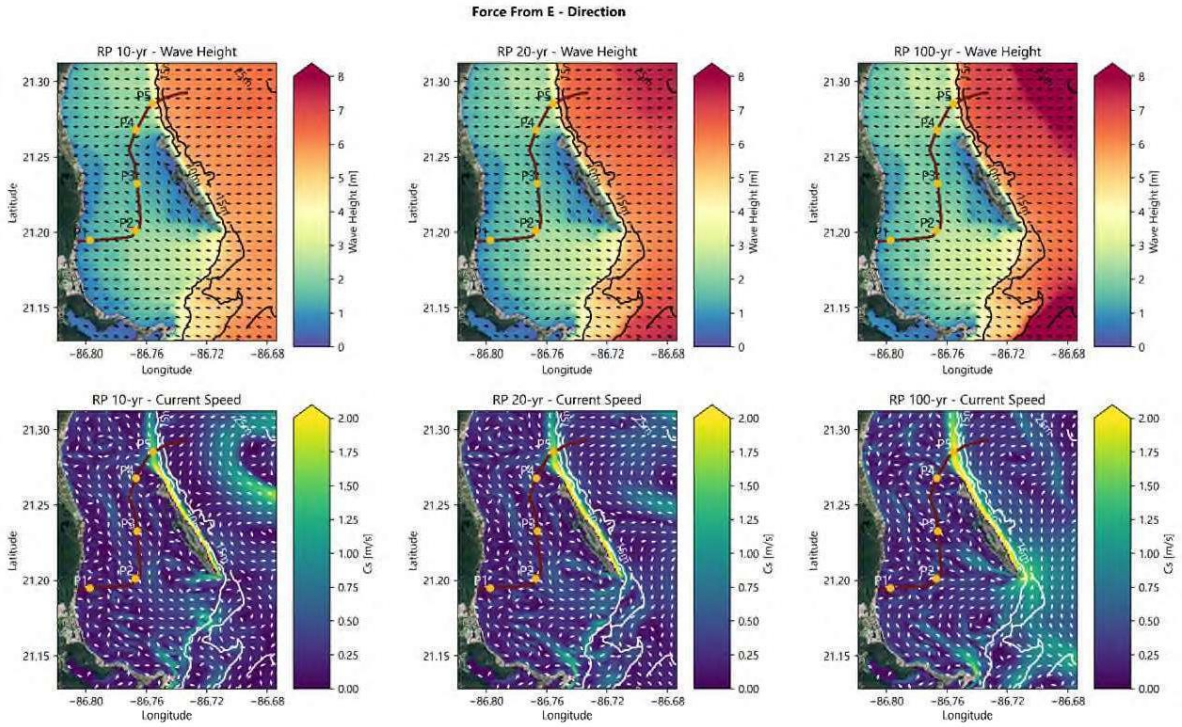
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.27. Producción morfológica para condiciones de huracán dirección Noreste.



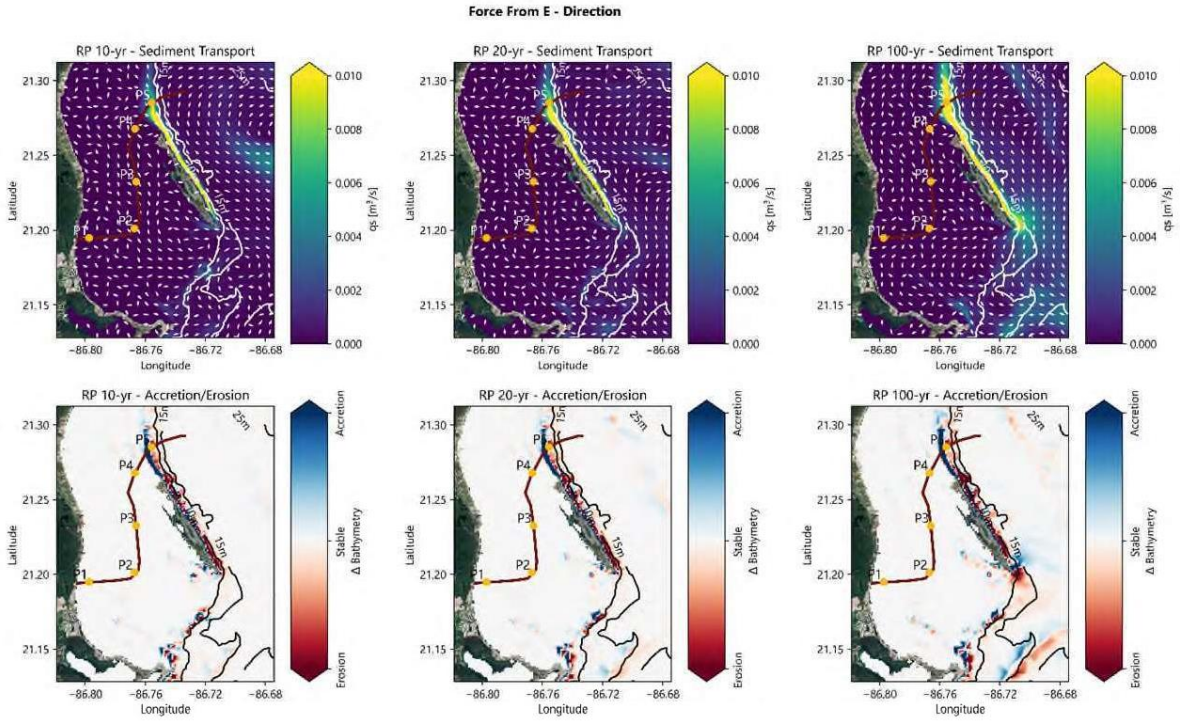
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.28. Producción hidrodinámica para condiciones de huracán dirección Este.



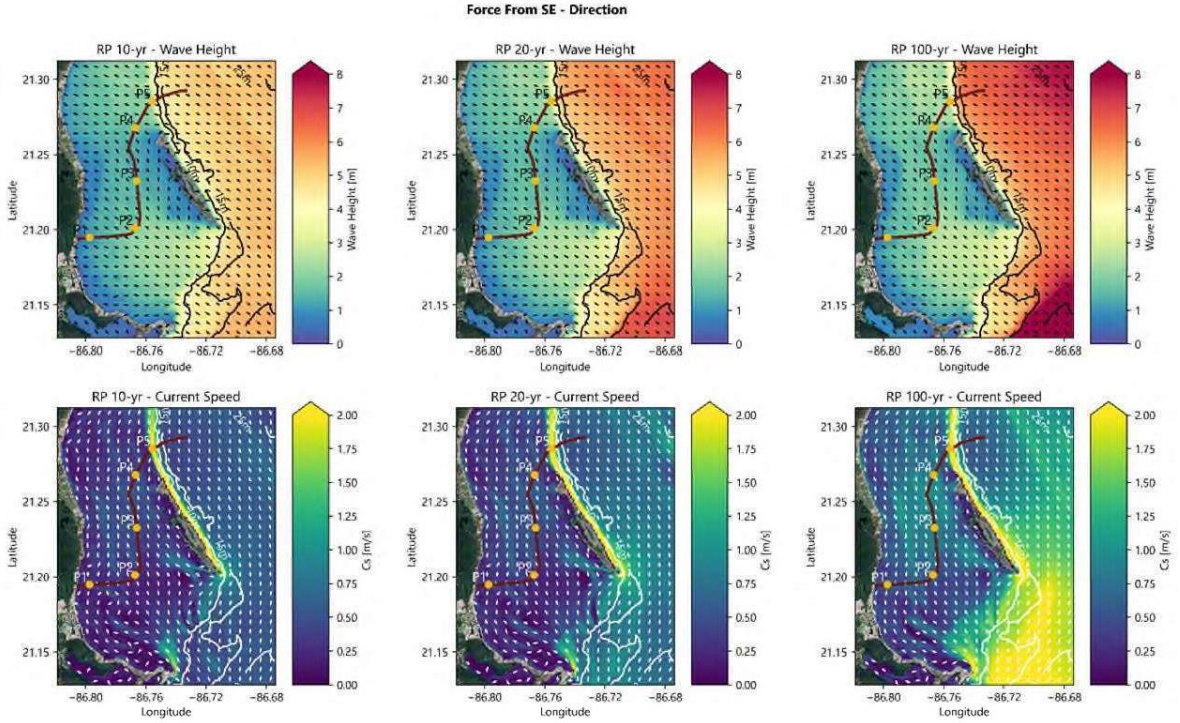
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.29. Producción morfológica para condiciones de huracán dirección Este.



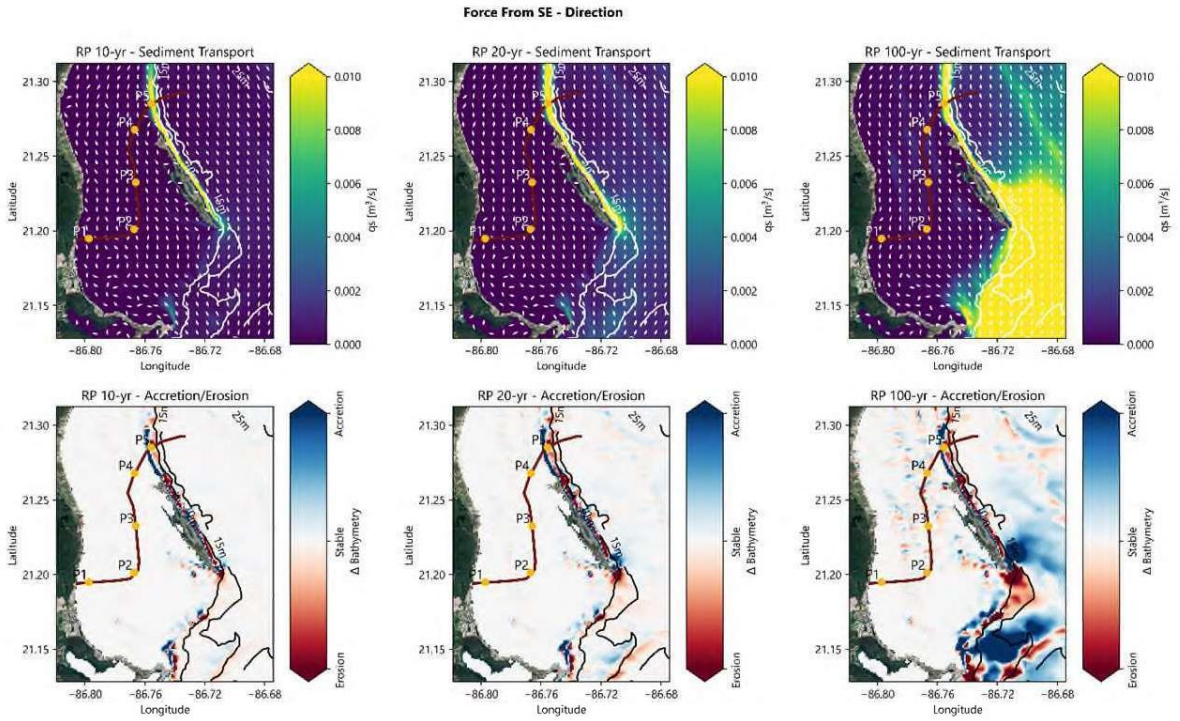
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.30. Producción hidrodinámica para condiciones de huracán dirección Sureste.



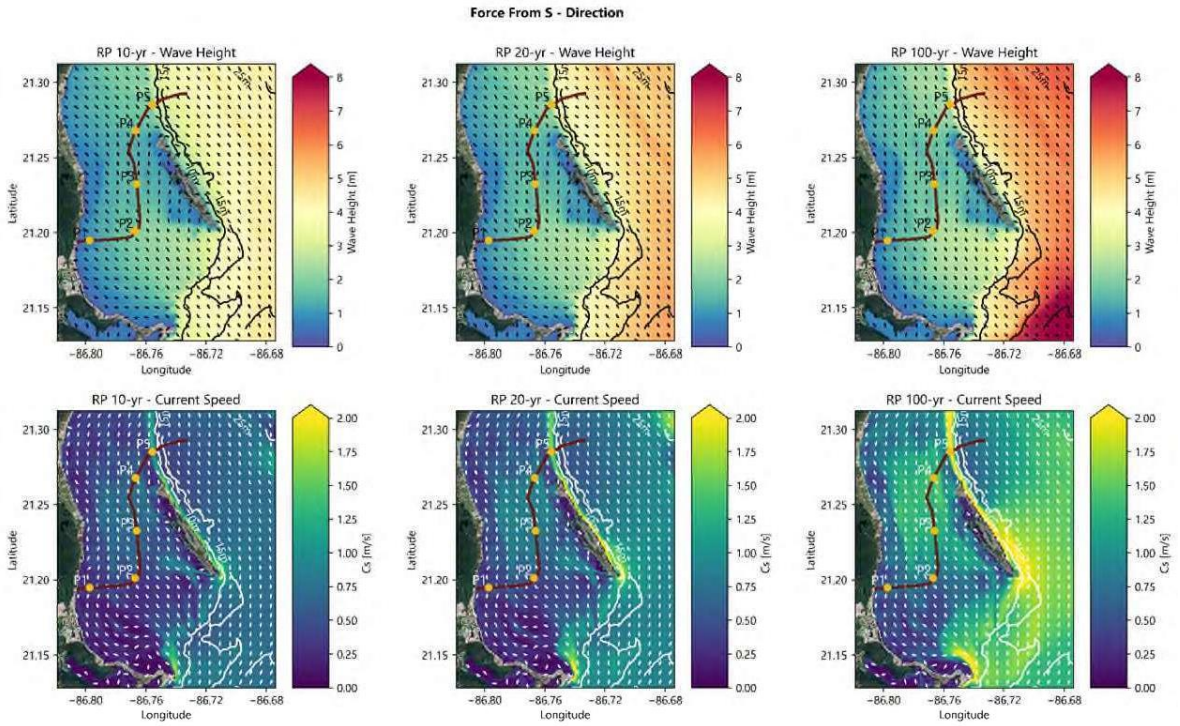
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.31. Producción morfológica para condiciones de huracán dirección Sureste.



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 4.32. Producción hidrodinámica para condiciones de huracán dirección Sur.



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático fueron determinados a base en el Informe PCC Sixth Assessment Report (AR6) (IPCC, 2021), junto con literatura y reportes con información complementaria.

El IPCC AR6 clasifica los escenarios de gases de efecto invernadero (GEI) en varias categorías, desde muy baja (SSP1-1.9) a muy alto (SSP5-8.5) dependiendo de las emisiones de GEI y sus impactos en la temperatura superficial. Estas categorías son usadas para describir los impactos en los cambios climáticos para América Central del Sur (SCA).

Tabla 4.12. IPCC AR6 Escenarios de emisión de GEI basados en la temperatura superficial.

Category	GHG Emission	Category criteria	Note
SSP1-1.9	Very low	Limit warming to 1.5°C	Optimal
SSP1-2.6	Low	Limit warming to 2.0°C	
SSP2-4.5	Intermediate	Limit warming to 3.0°C	Business as usual
SSP3-7.0	High	Limit warming to 4.0°C	
SSP5-8.5	Very high	Exceed warming of 4.0°C	Worst case scenario

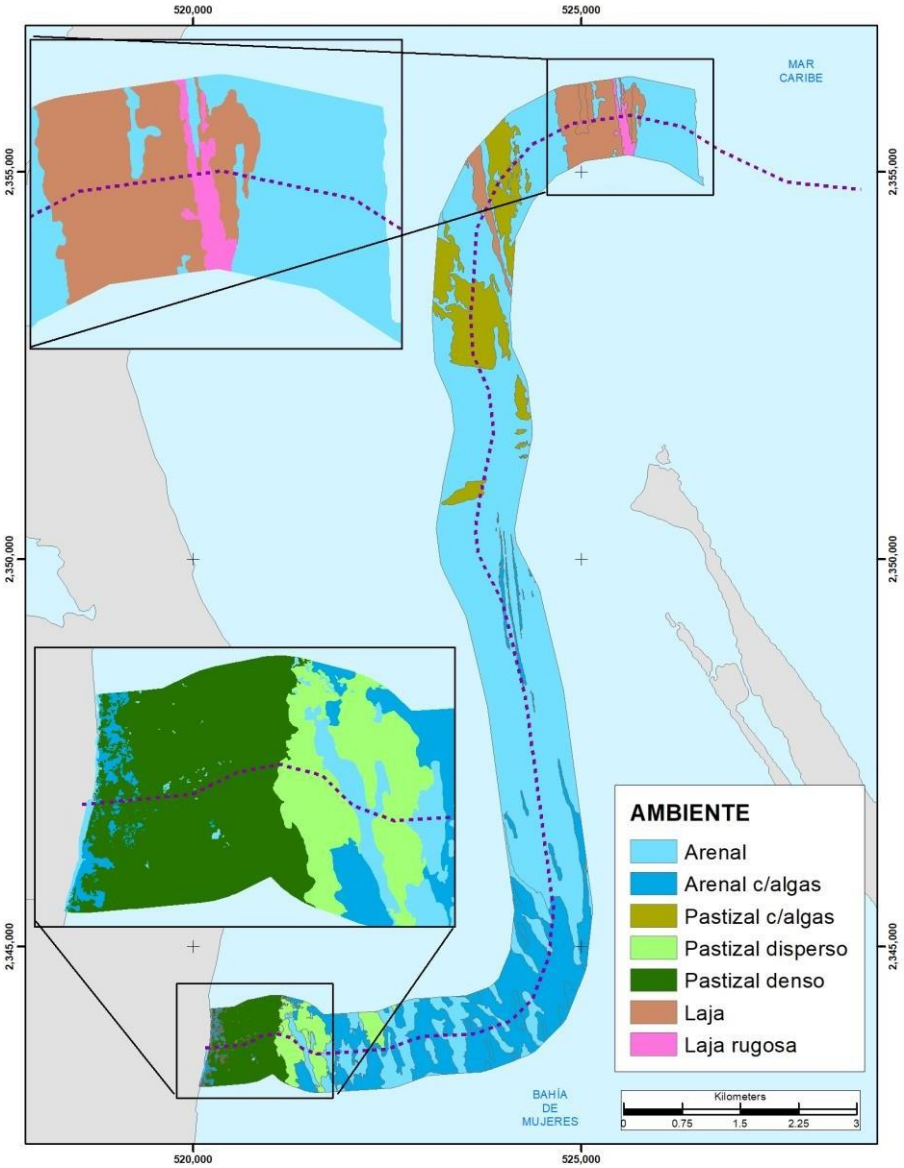
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

4.3.1.8. Caracterización de ambientes marinos

El área de estudio que se definió para la caracterización, está definida por la ruta prevista para la instalación del cable de fibra óptica, en el tramo que va desde Puerto Juárez hasta el norte de Isla Mujeres, abarcando el canal entre ambos sitios.

Dentro de este polígono se observa que existe un tipo de ambientes característico en cada una de las 3 secciones en la que se dividió este polígono (Figura 4.33).

Figura 4.33. Mapa de ambientes para el área de estudio del proyecto.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

En la parte continental de Puerto Juárez se desarrollan praderas de pasto marino muy extensas y abundantes. En Isla Mujeres el ambiente es principalmente un sustrato duro de laja con mayor presencia de biota marina. El canal entre estos 2 sitios es un ambiente de arenal, con presencia escasa de vegetación marina. En cada una de estas secciones se reconocieron tipos de ambientes particulares que se muestran en el mapa de ambientes.

La extensión que abarca cada tipo de ambiente, así como el número de sitios de muestreo que se revisó para cada uno se muestra en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13. Superficie por tipo de ambiente en el área de estudio; y número de sitos de muestreo revisados para cada uno.

ID	Tipo de ambiente	Superficie (ha)	%	# sitios muestreo
Ar	Arenal	1,078.32	59.20	35
Ara	Arenal con algas	326.40	17.92	28
Pa	Pastizal con algas	157.25	8.63	10
Pdi	Pastizal disperso	54.87	3.01	3
Pde	Pastizal denso	90.65	4.98	8
Lj	Laja	103.56	5.69	8
Ljr	Laja rugosa	10.36	0.57	7
	TOTAL	**1,821.40**	**100.00**	**99**

A continuación, se describen las características de tipo de fondo marino, así como la comunidad bentónica dominante que caracterizan los diferentes tipos de ambientes que se reconocieron en el área de estudio.

Isla Mujeres

La sección de Isla Mujeres se encuentra a 4.5 km al norte del sitio conocido como Punta Norte en esta isla. En este sitio se forma una franja de sustrato duro de aproximadamente 2.5 km de ancho, compuesta de laja calcárea, que en su mayoría es muy plana, con algunos parches de arena que se forman donde la laja hace oquedades.

Dentro de esta franja, hay un área hacia la parte Este de la misma, donde la laja tiene mayor relieve y la presencia de biota marina es más abundante. Por fuera de esta franja de laja existen ambientes de arenal, que en algunos sitios presentan parches de pastizales dispersos con alta presencia de algas.

A continuación, se describen las características particulares de cada tipo de ambiente en esta sección.

a) Laja rugosa (Ljr)

El tipo de ambiente denominado Laja rugosa (Ljr) forma una pequeña franja dentro del ambiente de laja en la sección de Isla Mujeres, que abarca 10.36 ha, lo que representa tan solo el 0.57% del área de estudio.

Este ambiente se caracteriza por presentar un sustrato de laja discontinua con alto relieve, que en algunos sitios llega a tener hasta 2 metros de desnivel, en donde se acumula arena. La complejidad en el sustrato de este sitio favorece la presencia de biota marina abundante y diversa, encontrando una alta presencia de gorgonaceos, tanto en abundancia como en variedad de especies, y colonias de coral dispersas de tamaño mediano a pequeño. La presencia de peces también es importante, siendo uno de los sitios con mayor densidad de organismos. En este sitio es donde se encontró la mayor abundancia y variedad de invertebrados, incluyendo esponjas, poliquetos, moluscos, equinodermos y tunicados. La profundidad en este sitio varía entre 7 y 10 metros (Figura 4.34).

Figura 4.34. Tipo de ambiente denominado Laja rugosa (Ljr) en la sección de Isla Mujeres.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

b) Laja (Lj)

El tipo de ambiente denominado Laja (Lj) es el ambiente más extenso en la sección de Isla Mujeres, ya que abarca toda la franja de sustrato duro en la parte norte e la isla y una segunda franja más estrecha hacia la parte Oeste de la misma. Este tipo de ambiente abarca 103.56 ha, lo que representa 5.69 % del área de estudio.

Este ambiente se caracteriza por presentar un sustrato de laja continua de bajo relieve, formando grandes extensiones de sustrato duro bastante plano, con algunos parches de arena. Esta franja ancha de laja que se encuentra en el norte de Isla Mujeres alberga una comunidad bentónica dominante de gorgonaceos, principalmente abanicos de mar, y presencia escasa de corales, siendo colonias muy pequeñas, incrustantes y dispersas. La presencia de peces es baja, al igual que la presencia del grupo de invertebrados, debido a la poca disponibilidad de refugios por la escasa complejidad del sustrato. La profundidad en este sitio varía entre 8 y 9 metros, con las partes más profundas cerca de los arenales en los límites Este y Oeste de la franja de laja (Figura 4.34).

Figura 4.35. Tipo de ambiente denominado Laja (Lj) en la sección de Isla Mujeres, en la parte Norte de la isla.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

Un ambiente similar se encuentra en una franja estrecha que se forma en la parte Oeste de Isla Mujeres, en donde también se encuentra un sustrato de laja con poco relieve, pero donde la abundancia de biota marina es mayor. En esta franja hay una mayor presencia de gorgonaceos, así como de invertebrados y peces, y existen colonias escasas y aisladas de coral del género *Acropora spp*., así como de coral de fuego del género *Millepora spp*. (Figura 4.36).

Figura 4.36. Tipo de ambiente denominado Laja (Lj) en la sección de Isla Mujeres, en la parte Oeste de la isla.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

c) Pastizal con algas (Pa)

El tipo de ambiente denominado Pastizal con algas (Pa) está representado por las áreas de vegetación marina que crecen en forma de parches sobre el arenal que se extiende en la parte Oeste de Isla Mujeres. Este tipo de ambiente abarca 157.25 ha, lo que representa 8.63 % del área de estudio.

El tipo de sustrato en este ambiente es de arena fina y media de color claro, en donde crece un pastizal disperso con gran abundancia de algas. El pastizal está compuesto en la mayoría de los sitios de una combinación de las 3 especies de pasto marino, *Thalassia testudinum, Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*, con poca altura del dosel debido a que el pasto crece en hojas pequeñas, y una baja densidad. Las hojas de *T. testudinum* tienen entre 8 y 10 cm de altura, con hojas delgadas y de color verde claro, con las puntas de las hojas redondas verdes, lo que indica un bajo nivel de depredación. Las algas que se encuentran en este ambiente son macroalgas verdes calcáreas de crecimiento erecto, que son las que se pueden fijar en sustratos arenosos. El sitio es bastante homogéneo y en algunas áreas se encuentran colonias de gorgonaceos, y presencia de equinodermos como los bizcochos de mar. La profundidad en este tipo de ambientes varía entre 7 y 10 m, en función del parche de pastizal, siendo muy homogénea dentro del mismo parche de vegetación (Figura 4.37).

Figura 4.37. Tipo de ambiente denominado Pastizal con algas (Pa) en la sección de Isla Mujeres.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

d) Arenal (Ar)

El tipo de ambiente denominado Arenal (Ar) está representado por las áreas desprovistas de vegetación marina en la sección de Isla Mujeres. El sustrato es de arena fina y media de color claro con muy poca presencia de biota marina. En algunos lugares se encuentra vegetación escasa, con presencia de pasto marino muy disperso de la especie *Thalassia testudinum*, así como algas verdes calcáreas de crecimiento erecto del género *Halimeda spp*., aunque también se pueden encontrar parches pequeños de algas cafés del género *Hypnea spp*, y rojas del género *Dasya spp*. La presencia de otro tipo de organismos marinos como gorgonaceos, corales, invertebrados y peces es prácticamente nula. La profundidad del sitio es muy homogénea, alrededor de los 9 m (Figura 4.38).

Figura 4.38. Tipo de ambiente denominado Arenal (Ar) en la sección de Isla Mujeres.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

Canal

El polígono que se consideró como área de estudio para la caracterización de la biota marina contempla gran parte del canal entre Isla Mujeres y Puerto Juárez. En esta sección

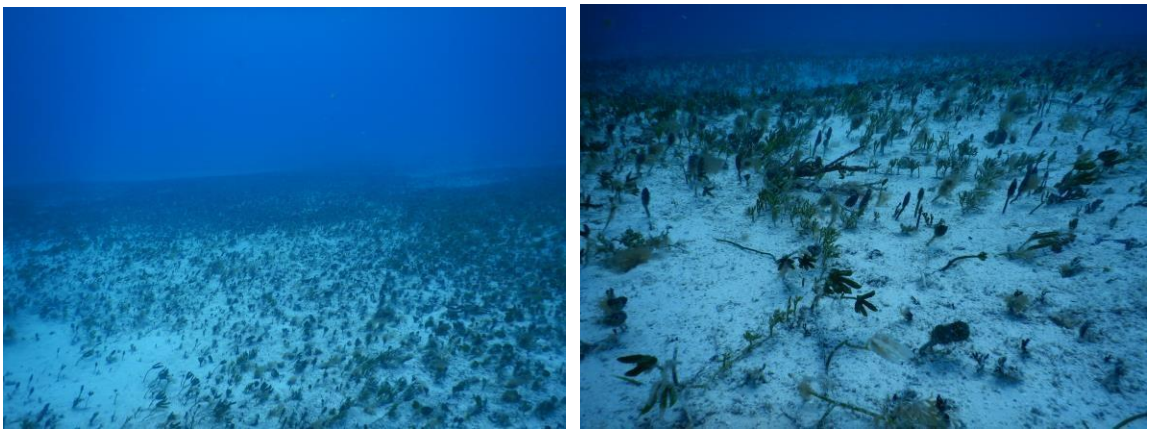
el tipo de ambiente predominante es de Arenal, con algunos parches de Arenal con algas. La presencia de biota marina en estos sitios es muy baja.

A continuación, se describen las características particulares de cada tipo de ambiente en esta sección.

a) Arenal con algas (Ara)

El tipo de ambiente Arenal con algas (Ara) corresponde a los parches que tienen vegetación marina entre la gran extensión de arenal que existen en el canal entre IslaMujeres y Puerto Juárez. La composición de algas en este ambiente es diversa, siendodominantes las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, y la presencia en baja abundancia de las especies de pasto marino *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. La presencia de otro tipo de biota marina es escasa. La profundidad del sitioes muy homogénea, alrededor de los 9 m (Figura 4.39).

Figura 4.39. Tipo de ambiente denominado Arenal con algas (Ara) en la sección Canal.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

b) Arenal (Ar)

El ambiente de arenal en la sección del Canal es muy similar al que está presente en la sección de Isla Mujeres. Son sitios desprovistos de vegetación marina con un sustrato de arena fina y media de color claro con muy poca presencia de biota marina. En algunos lugares se encuentra vegetación muy escasa, principalmente algas verdes calcáreas de crecimiento erecto del género *Halimeda spp*. y *Rhipocephalus spp*. La presencia de otro tipo de organismos marinos como gorgonaceos, corales, invertebrados y peces es prácticamente nula. La profundidad del sitio es muy homogénea, alrededor de los 9 m (Figura 4.40).

Figura 4.40. Tipo de ambiente denominado Arenal (Ar) en la sección Canal.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

Puerto Juárez

La sección que se denominó Puerto Juárez corresponde al área de pastizales cercanos a la costa continental que se encuentran en la parte somera hasta una distancia mar adentro de 1.5 km aproximadamente. Las praderas de pastos marinos en esta sección son muy abundantes y extensas, con algunos parches de arena.

A continuación, se describen las características particulares de cada tipo de ambiente en esta sección.

a) Pastizal denso (Pde)

El tipo de ambiente denominado Pastizal denso (Pde) representa la mayor parte de la sección de Puerto Juárez, abarcando 90.65 ha, lo que representa 4.98% del área de estudio.

Este tipo de ambiente se caracteriza por ser áreas con una pradera de pasto marino bien desarrollada, extensa y uniforme, con presencia importante de las 2 especies de pasto marino *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. El pastizal presenta una altura del dosel entre 25 y 30 cm de alto, con las hojas de *T. testudinum* bastante anchas y de color verde oscuro, con las puntas rotas de color café y presencia de epífitas, lo que indica que existe una alta depredación en el sitio. Asociado a las praderas de pasto marino se encuentra una comunidad de macroalgas muy abundante y diversa, siendo dominantes las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto. La presencia de corales entre los pastizales está dada por pequeñas colonias del coral ramificado *Porites divaricata*, que son comunes entre el pastizal. La abundancia de peces es muy escasa, al igual que los gorgonaceos. La biota marina representada por otros invertebrados también es importante, y está compuesta de anémonas y esponjas principalmente. La profundidad de la zona donde se forma este tipo de ambiente oscila alrededor de los 3 metros (Figura 4.41).

Figura 4.41. Tipo de ambiente denominado Pastizal denso (Pde) en la sección Puerto Juárez.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

b) Pastizal disperso (Pdi)

El tipo de ambiente denominado Pastizal disperso (Pdi) representa un área de transición entre la franja del Pastizal denso y el área del arenal en la sección de Puerto Juárez, abarcando 54.87 ha, lo que representa 3.01% del área de estudio.

Este tipo de ambiente es muy diverso, similar al Pastizal denso, pero con menor abundancia de vegetación marina. La pradera de pasto marino es extensa y homogénea, con presencia de las 2 especies de pasto marino más importantes, *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. La abundancia de algas es mucho menor que en el Pastizal denso, con poca presencia de peces y gorgonaceos. Los invertebrados son comunes en este tipo de ambiente, representados por hidrozoarios, esponjas y algunos equinodermos como estrella de mar del género *Oreaster spp*. y gasterópodos. La profundidad promedio en este tipo de ambientes es de 4 m (Figura 4.42).

Figura 4.42. Tipo de ambiente denominado Pastizal disperso (Pdi) en la sección Puerto Juárez.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2023).

c) Arenal con algas (Ara)

El tipo de ambiente Arenal con algas (Ara) en esta sección de Puerto Juárez corresponde a parches de arena donde la pradera de pastos marinos no se extiende, pero donde existe vegetación marina compuesta de algas. Las algas dominantes son del tipo verdes calcáreas de crecimiento erecto, sin presencia de pasto marino. El sustrato es de arena fina y media con un color café claro. Los invertebrados son muy escasos, encontrando algunas esponjas y ejemplares de estrellas de mar del género *Oreaster spp*. La profundidad del sitio es muy somera, entre 2 y 3 metros (Figura 4.43).

Figura 4.43. Tipo de ambiente denominado Arenal con algas (Ara) en la sección Puerto Juárez.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

d) Arenal (Ar)

El ambiente Arenal (Ar) en esta sección de Puerto Juárez corresponde a parches de arena donde no se extiende la pradera de pastos marinos ni hay crecimiento importante de algas marinas, y solamente se observan crecimientos aislados de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto. El sustrato es de arena fina y media de color café claro. La presencia de otro tipo de biota marina como gorgonaceos, peces e invertebrados es prácticamente nula (Figura 4.44).

Figura 4.44. Tipo de ambiente denominado Arenal (Ar) en la sección Puerto Juárez.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2. Aspectos bióticos

4.3.2.1. Vegetación y fauna terrestre

a) Vegetación

Con lo que se ha observado en la zona, y sus colindancias con el área marina prevista para la instalación del cable, misma que se encuentra en una zona antropizada y sujeta a diversas actividades, se pudo observar algunos ejemplares de palma de coco (*Cocus nucifera),* así como remanentes de uva de mar (*Scaevola plumieri*) y lechuga de playa (Scaevola taccada).

Cabe mencionar que en el área circunvecina se encuentran restaurantes, desarrollos condominales, residencias unifamiliares, hoteles, restaurantes etc.

b) Fauna

Para la caracterización de la fauna terrestre presente en el área de estudio, se realizaron diversas visitas en diferentes horarios, donde se logró identificar (Tabla 4.14) el tránsito de las siguientes especies de aves, la cuales se adaptan fácilmente a las zonas alteradas y/o urbanizadas, se ha corroborado su presencia en lo que corresponde a la zona urbanizada colindante al área de influencia directa.

Tabla 4.14. Especies observadas en el área de estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN
Phalacrocoracidae	Phalacrocórax auritus	Cormorán
Pelecanidae	Pelecanus occidentalis	Pelicano
Fregatidae	Fregata magnificens	Fragata
Scolopacidae	Calidris melanotos	Playerito
Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolita
Mimidae	Mimus gilvus	Cenzontle
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate

Las especies de fauna observadas, no se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo o protección ambiental, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

4.3.2.2. Cobertura bentónica

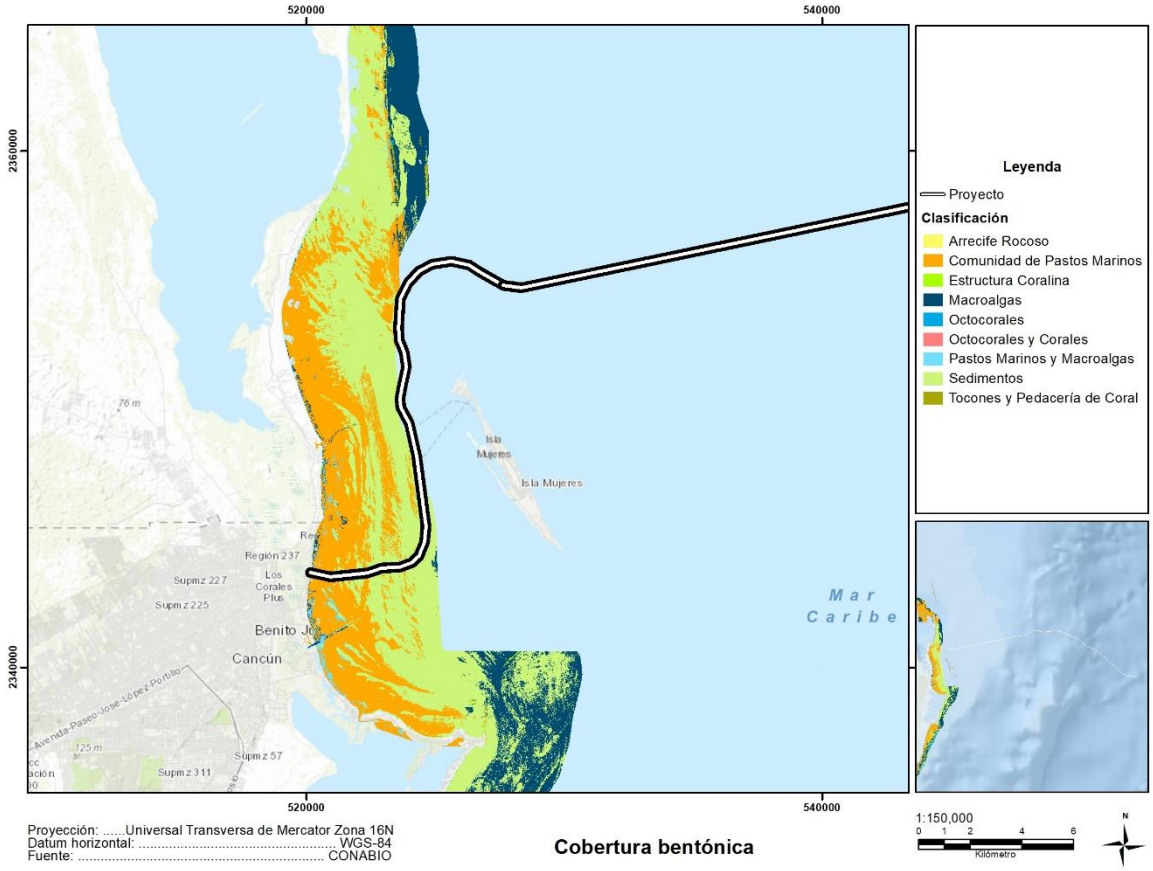
La comunidad bentónica está constituida por una gran diversidad de especies pertenecientes a diversis phyla o grandes grupos, entre los cuales se encuentran: *Porifera* (esponjas), *Annelida* (gusanos poliquetos), *Arthropoda* (Crustacea, que comprende a

organismos marinos como la langosta y el camarón), *Cnidaria* (coral negro, coral pétreo), *Echinodermata* (estrellas y pepinos de mar) y *Mollusca* (pulpo y calamar).

El estudio sistemático de la comunidad del bento de la península de Yucatán se ha realizado desde 1994. Durante este período de tiempo se han logrado inventariar más de 400 mil organismos bentónicos de ambientes marino-costeros y lagunares, pertenecientes a 529 especies, distribuidas en 358 géneros, 113 familias, 28 órdenes, 26 clases y 13 phyla. De las especies registradas, 45% pertenecen al *phylum Arthropoda* (Crustácea); 22% al *phylum Mollusca*; 14% al *phylum Nematoda*; y 13% al phylum Annelida.

En los arrecifes de coral, las macroalgas bentónicas son un componente esencial en el ecosistema marino, juegan un papel importante en el equilibrio y mantenimiento de los arrecifes coralinos, brindan refugio a peces e invertebrados, modifican los fondos marinos al contribuir a fijar el sustrato por medio de sus rizoides, enriquecen el agua con oxígeno disuelto, y aportan macro y micronutrientes al medio circundante.

Figura 4.45. Cobertura bentónica presente en el área de estudio.

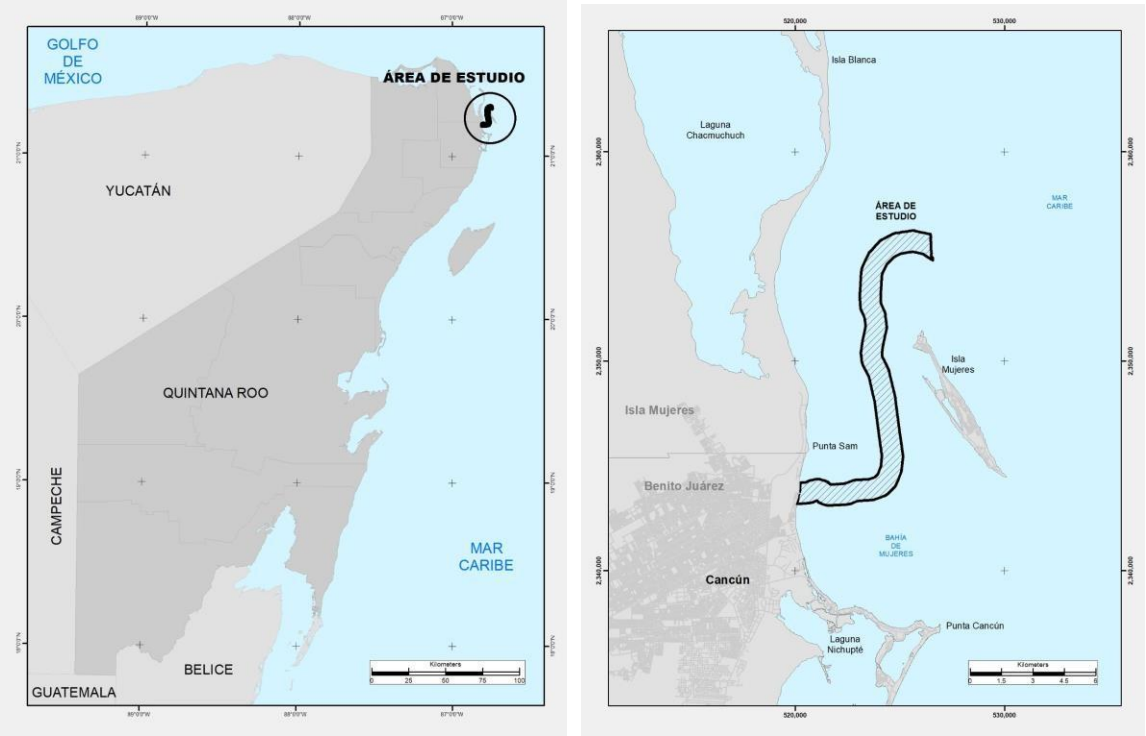


4.3.2.3. Caracterización de la biota marina

El área de estudio para la caracterización de la biota marina consideró un polígono que abarca una superficie definida por una franja de 1 km de ancho sobre la ruta prevista de instalación del cable, considerando 500 m a cada lado de esta.

El polígono tiene su límite Oeste en Playa del Niño, Puerto Juárez, del lado continental, y hasta la punta Norte de Isla Mujeres en su límite Este, pasando por el canal que se forma entre estos 2 sitios (Figura 4.46).

Figura 4.46. Ubicación del área de estudio. Se muestra la ubicación regional del proyecto (izq). Polígono del área de estudio para el proyecto (der).



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

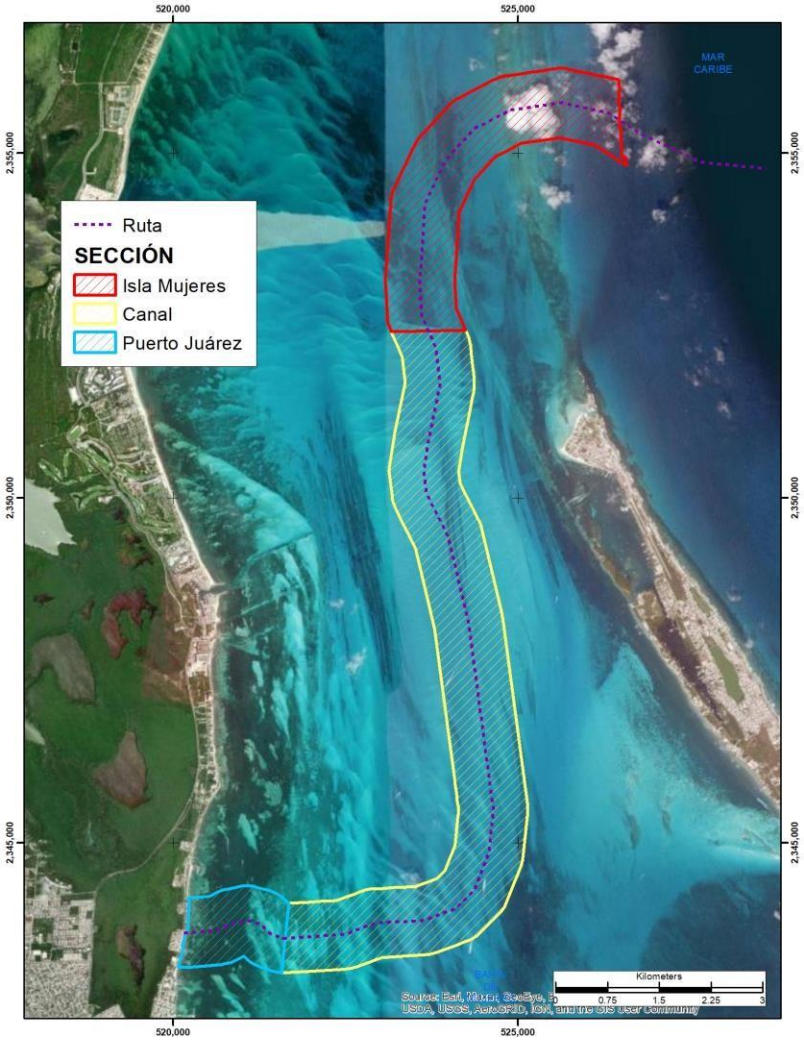
Metodología

El estudio se llevó a cabo mediante un muestreo de campo durante los días 22 y 23 de mayo, y 24 y 25 de julio. Se eligieron 99 sitios de muestreo distribuidos a lo largo del área de estudio, para abarcar de manera representativa los diferentes ambientes que fueron reconocidos. Se estableció un muestreo estratificado por sección y por tipo de ambiente, considerando la extensión que abarca cada uno, así como su heterogeneidad.

Debido a la amplitud del área de estudio y a la variabilidad de los ambientes a lo largo de esta se decidió dividir el área de estudio en 3 zonas (Figura 4.47):

- Isla Mujeres
- Canal
- Puerto Juárez

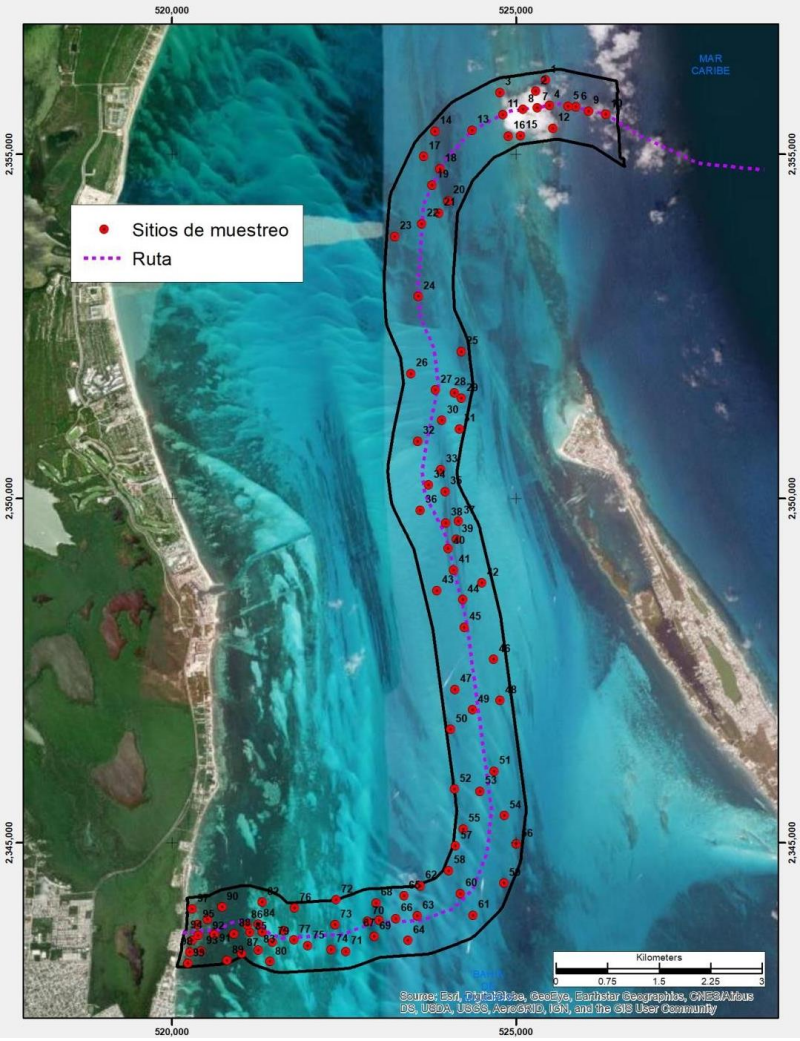
Figura 4.47. Secciones en las que se dividió el polígono del área de estudio.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

A continuación, se muestra la ubicación de los sitios de muestreo en un mapa (Figura 4.48), las coordenadas geográficas de cada sitio de muestreo se refieren en el anexo 4.2.

Figura 4.48. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo para el estudio de caracterización de la biota marina para el área de influencia del proyecto.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

Muestreo

El trabajo de campo para el registro de datos e información relativos al estudio de caracterización de la biota marina para este proyecto se llevó a cabo los días 22 y 23 de mayo, y 24 y 25 de julio.

El muestreo consistió en identificar los diferentes tipos de ambientes que se encuentran dentro del área de estudio y en realizar una descripción detallada de la biota marina conspicua del lugar.

En cada sitio de muestreo se llevó a cabo un levantamiento de información para determinar las características generales del sitio obteniendo la siguiente información:

4.3.2.3.1. Escleractinios

a) Distribución y composición específica

En el área de estudio se registró un total de 8 especies pertenecientes a 5 géneros y 5 familias, además de 2 especies de hidrocoral (coral de fuego) del género *Millepora spp*. La comunidad de corales es muy escasa en el área de estudio, toda vez que en la zona no existe una estructura arrecifal. Los ambientes donde se encontró una mayor representatividad de estos organismos fueron en los ambientes con sustrato duro de laja (Lj y Ljr) en la sección de Isla Mujeres, con una composición de especies representada principalmente por los géneros *Porites spp* y *Siderastrea spp*, además del coral de fuego del género *Millerpora spp.*

En los ambientes de pastizal (Pde y Pdi) se encuentran pocas especies, principalmente colonias de la especie *Porites divaricata*, y algunas colonias de *Manicina areolata* y *Siderastrea siderea*. En los ambientes de Arenal (Ar y Ara) no se observó presencia de corales en ninguna de las secciones (Tabla 4.15).

Tabla 4.15. Listado de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia con base en su cobertura relativa por tipo de ambiente. Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5- 9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
			Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Agaricidae	*Agaricia*	*agaricites*	A									
Meandrinidae	*Dichocoenia*	*stokesi*	A									
Mussidae	*Manicina*	*areolata*			D					D		
Poritidae	*Porites*	*astreoides*		D								
		divaricata							D	D		
		furcata		E								
		porites	A	C								
Siderastreidae	*Siderastrea*	*siderea*	D	C	A					A		
Milleporidae	*Millepora*	*alcicornis*	C	A								
		complanata		A								
No. de especies			**5**	**6**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**

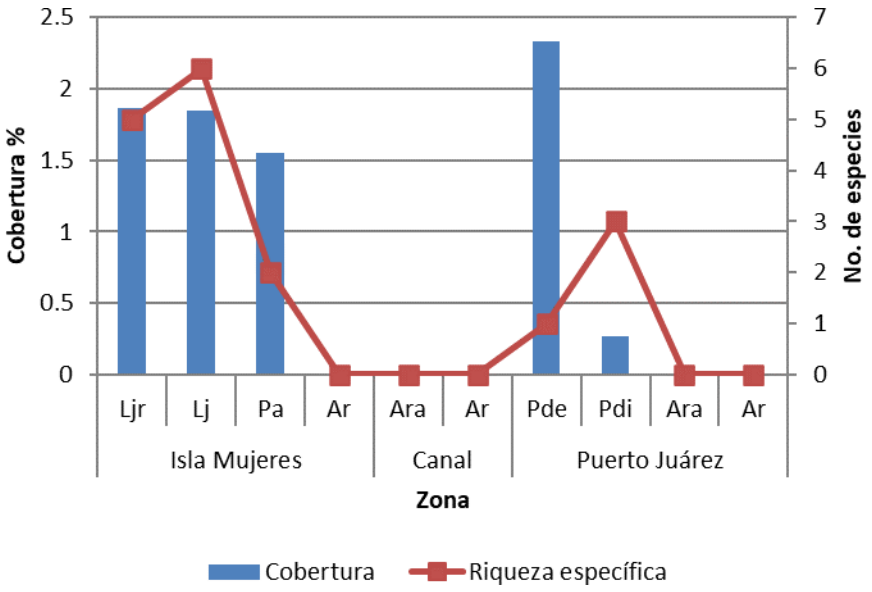
Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

b) Abundancia y riqueza específica

La abundancia de corales en el área de estudio es muy baja, con valores de cobertura menores a 2.5%. El tipo de ambiente que presentó el valor de abundancia de corales más alto fue el del Pastizal denso (Pde) en la sección de Puerto Juárez, y se debe a la presencia de varias colonias de tamaño pequeño de la especie Porites furcata, siendo la única especie que se registró en el sitio. En cambio, en el pastizal disperso la cobertura de corales es de solo el 0.3%, con 3 especies representadas.

En los ambientes de Laja (Lj y Ljr) en la sección de Isla Mujeres se estimó una cobertura similar, de 1.8%, y una cobertura de 1.56% en el ambiente del Pastizal con algas (Pa). En los ambientes de arenal no se observó la presencia de corales durante los muestreos (Figura 4.49).

Figura 4.49. Cobertura y riqueza de especies de corales en los diferentes tipos de ambientes.

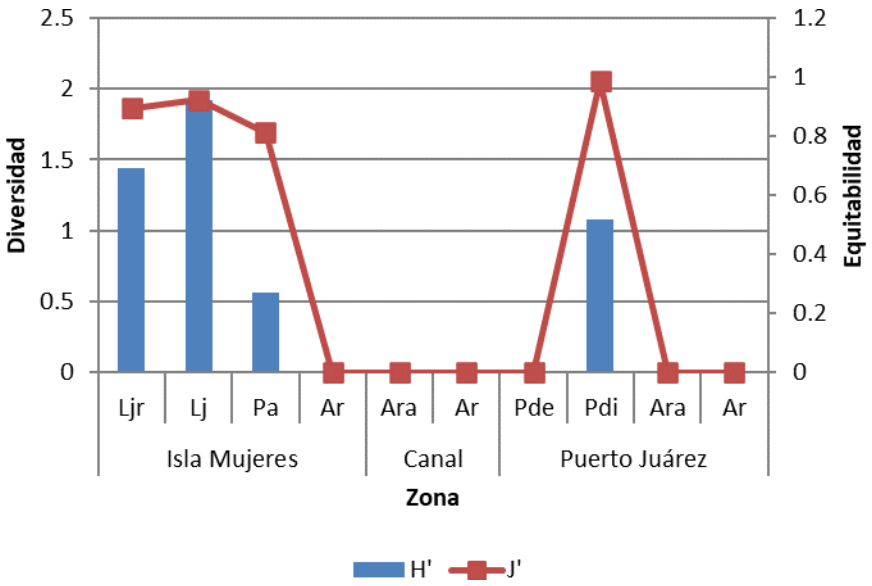


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

c) Diversidad y equitabilidad

Los valores de diversidad de corales también son bajos para el área de estudio. El ambiente con mayor diversidad fue el de Laja (Lj), con un valor de H'=1.92, seguido del de Laja rugosa (Ljr) con un valor de H'=1.44. Los valores más bajos se observaron en los ambientes de arenales, en donde no se registró la presencia de estos organismos. En cuanto a los valores de equitabilidad, los sitios con presencia de corales se estimó que tuvieron un valor de J' entre 0.81 y 0.99 (Figura 4.50).

Figura 4.50. Valores de diversidad (H') y equitabilidad (J') de corales en los diferentes tipos de ambientes.



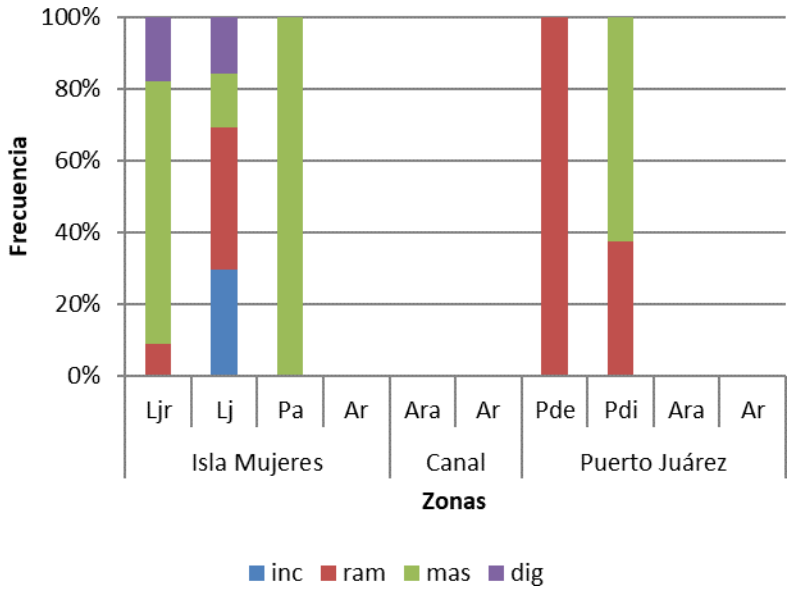
Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

d) Forma de crecimiento

Las colonias que se registraron durante el muestreo presentaron 4 diferentes tipos de crecimiento: incrustante (inc), ramificado (ram), masivo (mas) y digitiforme (dig).

En el ambiente de Laja rugosa (Lj) dominan los corales de forma masiva, mientras que en el ambiente de Laja (Lj) se encuentran representados corales de los 4 tipos de crecimiento. En el ambiente de Pastizal con algas todos los corales presentaron forma de crecimiento masivo, mientras que en el de Patizal denso (Pde) solo corales ramificados. En el Pastizal disperso (Pdi) se registraron corales con forma masiva y ramificada (Figura 4.51).

Figura 4.51. Formas de crecimiento para los escleractinios en los diferentes tipos de ambientes.

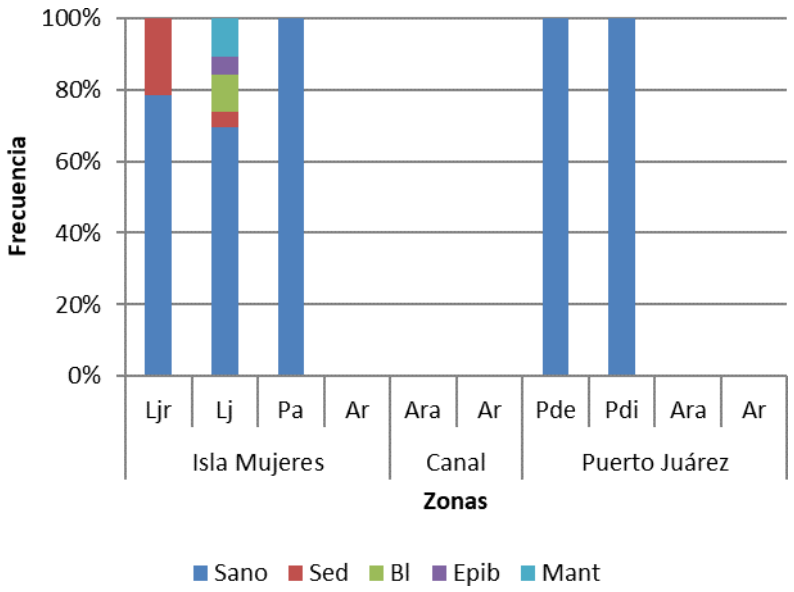


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

e) Condición de los organismos

Las colonias de coral que se registraron en este estudio se encuentran en su gran mayoría en buenas condiciones de salud. Sin embargo, en el ambiente de Laja rugosa (Ljr) se registró una incidencia del 20% de colonias afectadas por sedimentación, mientras que en el ambiente de Laja (Lj)se observó la presencia de un 25% de colonias afectadas por Mortalidad antigua, epibiontes, blanqueamiento y sedimentación (Figura 4.52).

Figura 4.52. Condición de las colonias de coral escleractinio en los diferentes tipos de ambientes.

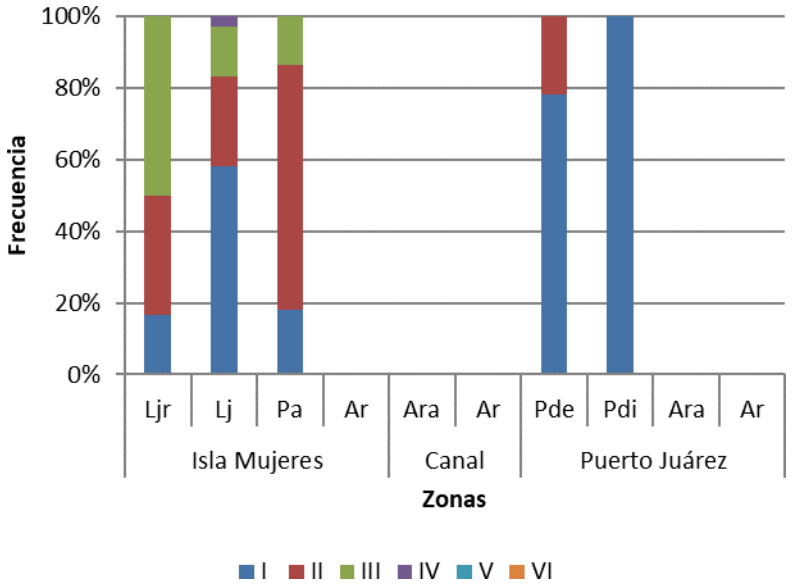


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

f) Estructura de tamaños

La mayoría de las colonias de coral que se registraron en este estudio pertenecen a las clases de tamaño I y II, lo que significa que tienen un tamaño menor a los 10cm de diámetro. Algunas colonias de la clase III se registraron en los ambientes del Laja (Lj y Ljr) y Pastizal con algas (Pa) con un diámetro entre 10 y 20 cm; mientras que una frecuencia muy baja de colonias de la clase IV se registró en el sustrato de Laja (Lj)con un diámetro entre 20 y 30 cm (Figura 4.53).

Figura 4.53. Frecuencia de tamaños de corales en los diferentes tipos de ambientes.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2.3.2. Gorgonáceos

a) Distribución y composición específica

En el área de estudio se registró un total de 10 especies de gorgonaceos, pertenecientes a 8 géneros y 2 familias. La comunidad de gorgonaceos es escasa y solamente se encuentra representada en los ambientes que tienen sustrato de laja, siendo los abanicos de mar del género Gorgonia spp. y la especie *Pseudopterogorgia* americana los más abundantes. En el área del Pastizal con algas (Pa) y del Pastizal disperso se registraron algunas colonias de la especie *Pterogorgia anceps*, la cual es común en sustratos arenosos (Tabla 4.16).

Tabla 4.16. Listado de especies de gorgonáceos y estimaciones de abundancia con base en su densidad relativa por tipo de ambiente. D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5);

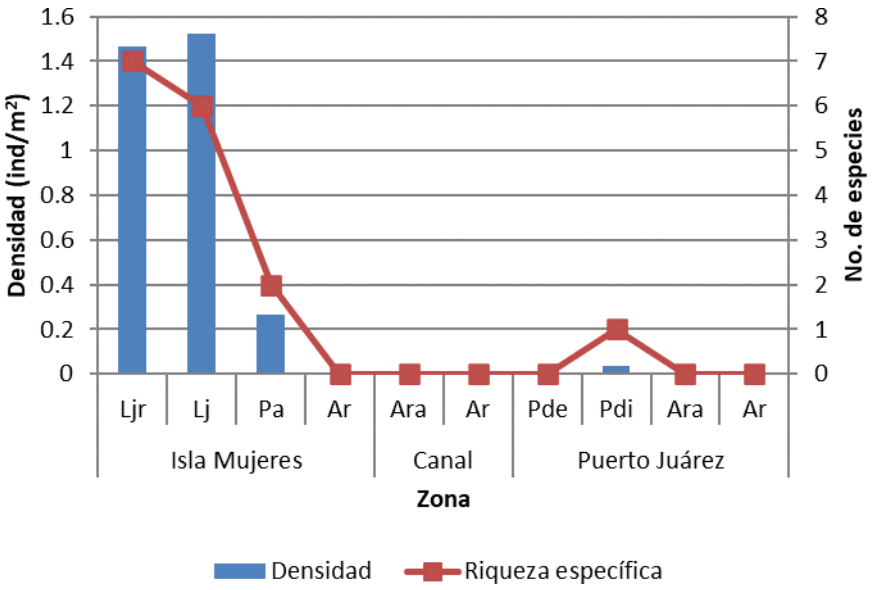
Familia	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
			Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Gorgonia	*Gorgonia*	*flabellum*	C	D								
		ventalina	A	A								
	Pseudopterogorgia	*americana*	D	C								
	Pterogorgia	*anceps*			D					D		
Plexauridae	*Eunicea*	*laxispica*	E	C								
		tourneforti		E								
	Muriceopsis	*flavida*	C									
	Plexaura	*flexuosa*	A	A								
	Plexaurella	*nutans*			C							
	Pseudoplexaura	*porosa*	C									
No. de especies			**7**	**6**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

b) Abundancia y riqueza específica

La densidad de gorgonaceos es muy baja en casi toda el área de estudio, registrando una densidad alrededor de 1.5 ind/m^2 en los ambientes con sustrato de laja (Lj y Ljr). En el resto de los ambientes la abundancia de estos organismos esá por debajo de 0.25 ind/m^2. De manera similar, la riqueza específica es mayor en los ambientes de laja, registrando 7 especies para el ambiente de laja rugosa (Ljr) y de 6 especies para el ambiente de laja (Lj). Se registraron 2 especies para el ambiente de Pastizal con algas (Pa) y de 1 especie para el ambiente de Pastizal disperso. En el resto de los ambientes con arena no se obtuvo registro de estos organismos (Figura 4.54).

Figura 4.54. Densidad y Riqueza específica de gorgonáceos en los diferentes tipos de ambientes.

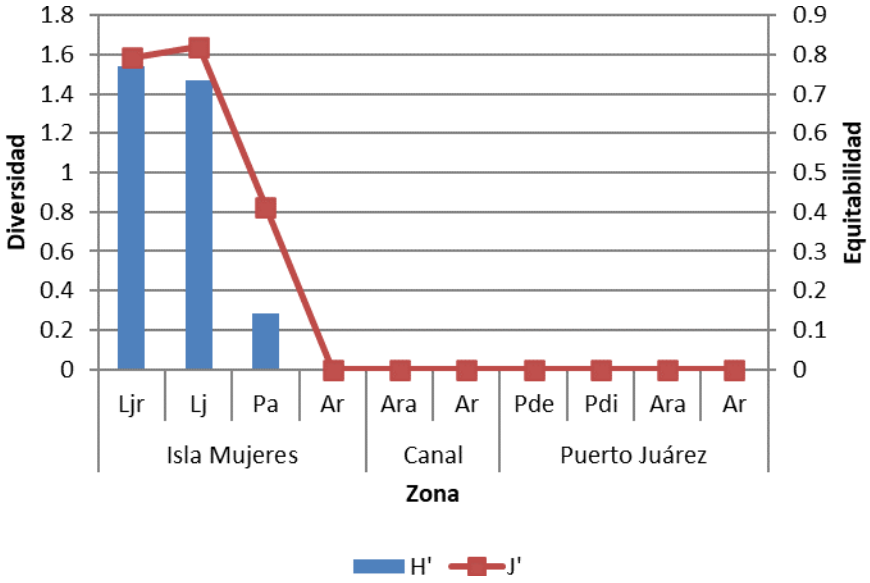


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

c) Diversidad y equitabilidad

Los valores más elevados de diversidad (H') se encontraron en los ambientes de Laja rugosa (Ljr) y Laja (Lj) con valores H'= 1.47 y H'=1.52 respectivamente. Para el ambiente de Pastizal con algas (Pa) se estimó un valor de H'=0.27, y para el resto de los ambientes no se tiene estimación del valor de diversidad. De manera similar, los valores de equitabilidad son más elevados para el ambiente de Laja rugosa (Ljr) y Laja (Lj) con valores de J'=0.79 y J'=0.82 respectivamente. Para el Pastizal con algas se estimó un valor de J´=0.41, y en el resto de los ambientes no hubo estimación de valor para este parámetro (Figura 4.55).

Figura 4.55. Valores de diversidad (H') y equitabilidad (J') para los gorgonáceos en los diferentes tipos de ambientes.

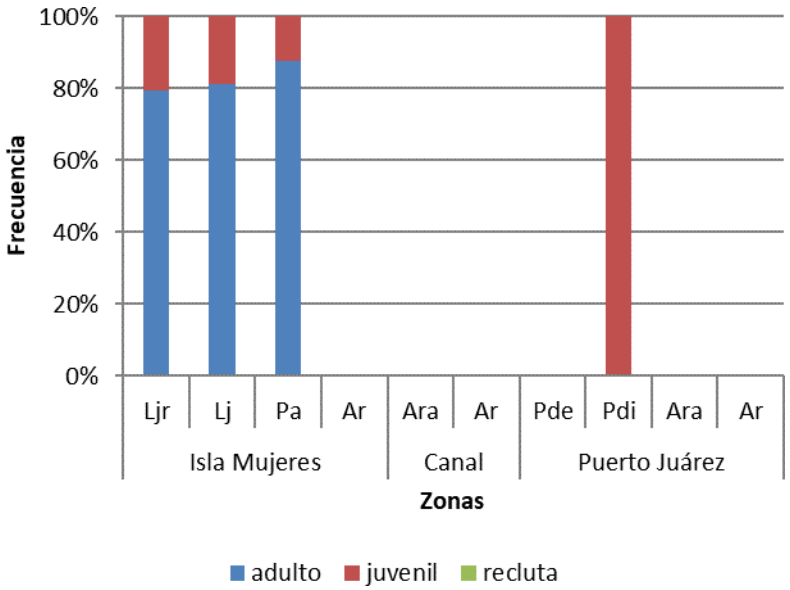


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

d) Estructura de tallas

La distribución de tallas es muy similar para los ambientes de Laja rugosa (Ljr), Laja (Lj) y Pastizal con algas (Pa), con un 80% de organismos adultos y un 20% de organismos juveniles; mientras que en el ambiente de Pastizal disperso solamente se encontraron escasas colonias juveniles (Figura 4.56).

Figura 4.56. Estructura de tallas de los gorgonáceos los diferentes tipos de ambientes.

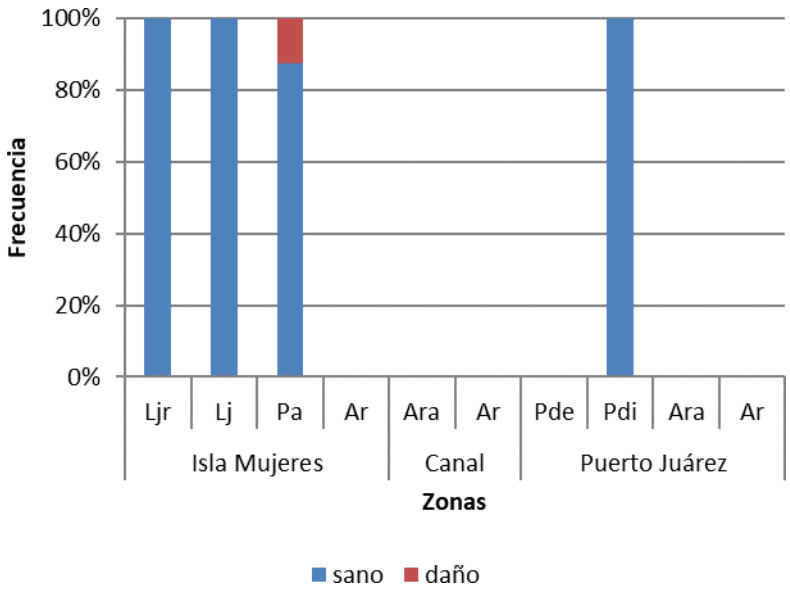


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

e) Condición de los organismos

La condición de las colonias de gorgonaceos es en general muy buena, registrando solamente una incidencia del 15% de colonias con daño por ruptura de esta (Figura 4.57).

Figura 4.57. Condición de salud de los gorgonáceos en los diferentes tipos de ambientes.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2.3.3. Vegetación marina

a) Distribución y composición específica

En el área de estudio se registró un total de 36 especies de macroalgas, pertenecientes a 24 géneros y 5 phyla. El listado de especies muestra que existe una composición específica asociada al tipo de sustrato, teniendo una dominancia de algas cafés del género *Dictyota spp*. en los ambientes con sustrato de laja (Ljr y Lj); mientras que en los ambientes de pastizal dominan las especies de pasto marino, principalmente Thalassia testudinum y Syringodium filiforme, con presencia de *Haldule wrighti* en la sección de Isla Mujeres. En estos ambientes de praderas de pasto marino también abundan las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Penicillus spp., Halimeda spp*. y *Rhipochephalus spp*. En los ambientes de arenales se observa una baja presencia de algas, siendo dominado por los géneros *Penicillus spp*. y *Rhipochephalus spp*. (Tabla 4.17).

Tabla 4.17. Listado de especies de vegetación marina y estimaciones de abundancia con base en su cobertura relativa por tipo de ambiente. Los rangos de abundancia para establecer las categorías son los siguientes: D=Dominante (>20); A=Abundante (10-20); C=Común (5-10); E=Escasa (1-5); R=Rara (<1).

Phylum	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
			Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Chlorophyta	*Acetabularia*	*crenullata*									A	
	Avrainvillea	*asarifolia*		E								
	Caulerpa	*cupressoides*					C					

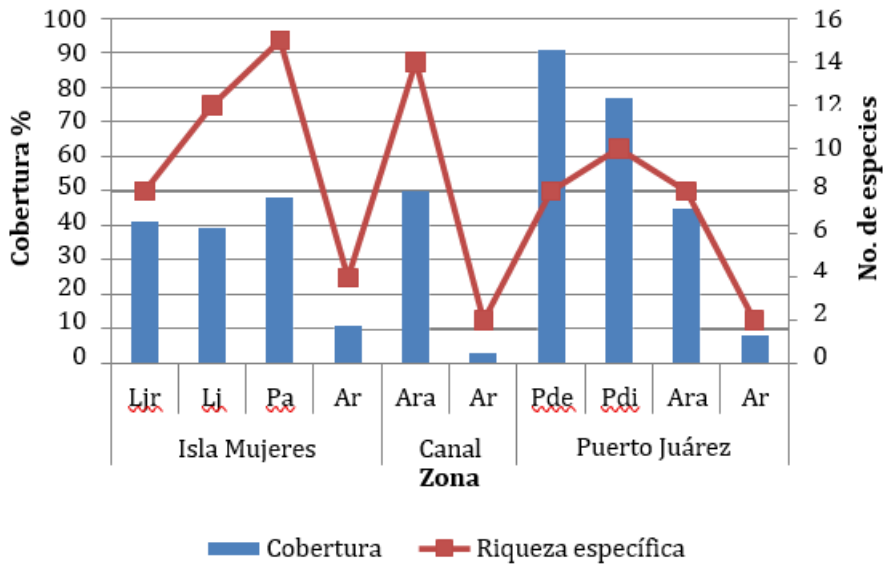
Phylum	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
			Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
		paspaloides			E		A			E		
		prolifera					E		E		E	
		sertularioides							E		C	
	Dictyosphaeria	*cavernosa*								E		
	Halimeda	*discoidea*			E							
		gracilis									D	
		incrassata			E	C	A		A			
		opuntia		C								
		tuna		C	C					C		A
	Neomeris	*annulata*		R								
	Penicillus	*capitatus*		R	E		E	D		E	C	D
		pyriformis			E		E					
	Rhipocephalus	*phoenix*	A	C	A		C	A	E	C		
	Riphilia	*tomentosa*			E		E		E			
	Udotea	*fibrosa*			E		E			E		
		occidentalis									E	
		wilsonii			E		E					
Phaeophyta	*Dictyota*	*cervicornis*					E					
		crenullata	D	D	R		E			E	A	
		pulchella	A									
	Hypnea	*spinella*				D						
	Stypopodium	*zonale*	A	C								
Rhodophyta	*Amphiroa*	*fragilissima*		E					E	E		
	Asparagopsis	*taxiformis*		A								
	Dasya	*harveyi*			E	A					E	
	Galaxaura	*spp.*	E	E								
	Hydrolithon	*boerguesenii*	E									
	Laurencia	*poiteaui*	E									
	Peyssonnelia	*spp.*	E									
Magnoliophyta	*Halodule*	*wrightii*			A							
	Syringodium	*filiforme*			A		A		D	A		
	Thalassia	*testudinum*			D	C	A		D	D		
Cyanobacteria	*Symploca*	*spp.*		E								
No. de especies			**8**	**12**	**15**	**4**	**14**	**2**	**8**	**10**	**8**	**2**

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

b) Abundancia y riqueza específica

La cobertura de vegetación marina es muy variable en el área de estudio, teniendo los valores más altos en los ambientes de pastizal (Pde y Pdi) en donde se estimó una cobertura de 91 y 77% respectivamente, debido a la ata presencia de pasto marino. La cobertura en los ambientes con sustrato de laja (Ljr y Lj) se estimaron coberturas de algas cercanas al 40%, mientras que los ambientes de arenales (Ara y Ar) presentan coberturas de vegetación marina por abajo del 10%. La distribución de las especies muestra una elevada riqueza en los ambientes del Pastizal con algas en la sección de Isla Mujeres, con 15 especies y en el Arenal con algas (Ara) de la sección del Canal con 14 especies (Figura 4.58).

Figura 4.58. Cobertura y Riqueza específica de vegetación marina en los diferentes tipos de ambientes.

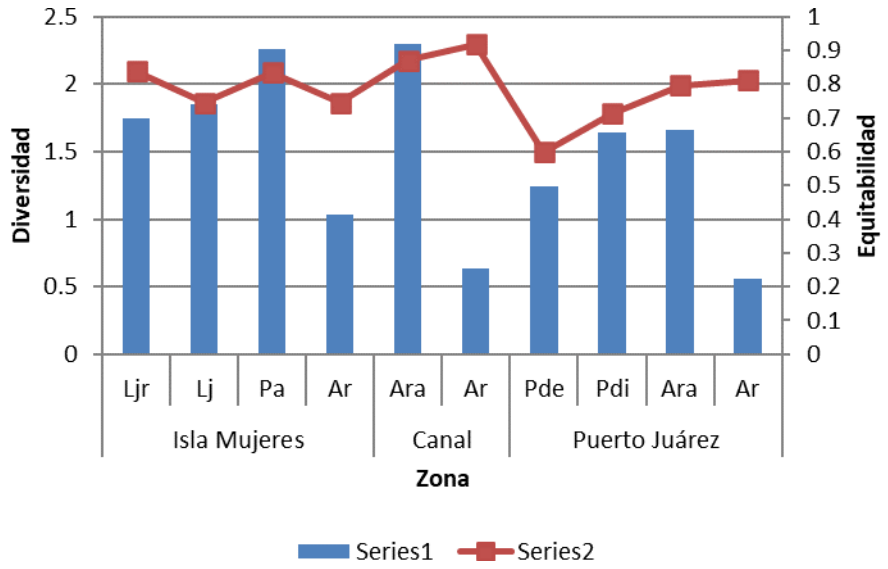


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

c) Diversidad y equitabilidad

La diversidad de especies de algas varía entre los diferentes ambientes encontrando valores que oscilan entre 0.56 y 2.26; con el valor más alto en el ambiente de Arenal con algas, y el valor más bajo en los ambientes de Arenales (Ar). Los valores de equitabilidad varían entre 0.60 y 0.92, teniendo el valor más alto en el Arenal (Ar), y el más bajo en el Pastizal denso (Pde), ambos en la sección de Puerto Juárez (Figura 4.59).

Figura 4.59. Valores de diversidad (H') y equitabilidad (J') de vegetación marina en los diferentes tipos de ambientes.

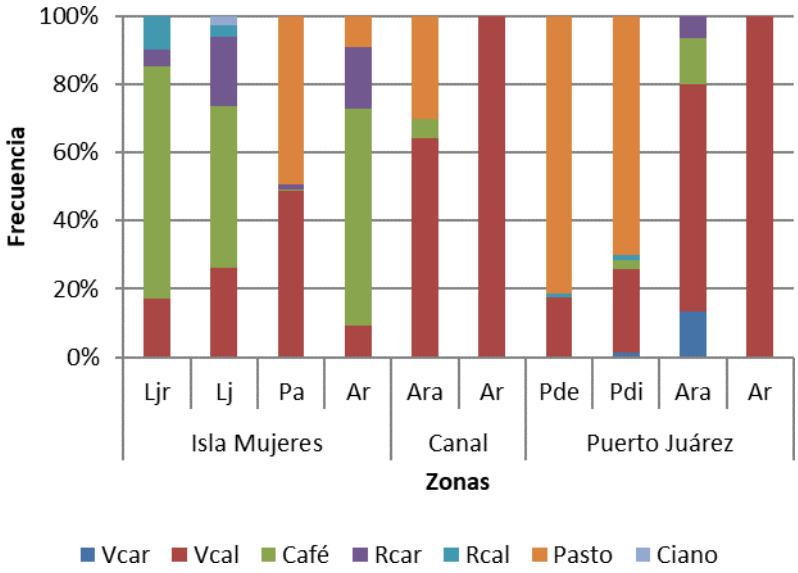


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

d) Grupos morfofuncionales

La distribución de los grupos morfofuncionales de la vegetación marina muestra patrones definidos en función del tipo de ambiente. De esta manera se observa una dominancia de algas cafés en los ambientes con sustrato de laja (Ljr y Lj) en la sección de Isla Mujeres, mientras que los ambientes de Pastizal (Pde y Pdi) en la sección de Puerto Juárez están dominados por pasto marino. Por su parte, los diferentes ambientes de arenales (Ara y Ar) presentan una dominancia de algas verdes calcáreas. Las cianobacterias son muy raras, registrándose únicamente en el ambiente Laja (Lj) (Figura 4.60).

Figura 4.60. Grupos morfofuncionales para Vegetación marina. Café=Feofita, Vcal=Clorofita calcárea, Vcar=Clorofitas carnosas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Pasto=Pasto marino, Ciano=cianobacterias.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2.3.4. Peces arrecifales

a) Distribución y composición específica

La comunidad de peces está representada en este muestreo por 37 especies, pertenecientes a 24 géneros y 13 familias. *Haemulon aurolineatum* fue la especie que presentó una mayor abundancia, aunque se presentó únicamente en los ambientes con sustrato de Laja (Lj y Ljr). Por otro lado, *Sparisoma aurofrenatum* fue la especie con mayor distribución, presente en 4 tipos de ambientes, aunque con una abundancia que varía escaso y dominante. La mayoría de las especies presentó una abundancia relativa escasa en los ambientes muestreados (Tabla 4.18).

Tabla 4.18. Listado de especies de peces arrecifales y estimaciones de abundancia con base en su densidad relativa por tipo de ambiente. Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5-9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.

Familia	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
			Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Acanthuridae	*Acanthurus*	*bahianus*		R								
		coeruleus	C	A								
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*capistratus*		R								
		ocellatus	E									
Gerreidae	*Gerres*	*cinereus*									D	
Haemulidae	*Anisotremus*	*virginicus*	E									
	Haemulon	*aurolineatum*		D	C							
		carbonarium	E									
		flavolineatum	D	D								
		plumierii			C							
Holocentridae	*Holocentrus*	*rufus*	E	R								
Labridae	*Bodianus*	*rufus*	E									
	Halichoeres	*bivittatus*		E	D							
		garnoti	E	E								
	Thalassoma	*bifasciatum*	D	C								
	Xyrichtys	*martinicensis*			D		D					
Lutjanidae	*Lutjanus*	*apodus*										
		griseus		E								
		jocu	E									
Pomacanthidae	*Holacanthus*	*bermudensis*		R								
		ciliaris		R								
		ciliaris										
	Pomacanthus	*arcuatus*		R								
Pomacentridae	*Abudefduf*	*saxatilis*		R								
	Chromis	*cyanea*		R								
	Microspathodon	*chrysurus*	E	R								
	Pomacanthus	*diencaeus*	C									
	Stegastes	*diencaeus*		E								
Scaridae	*Scarus*	*iseri*		C								
		taeniopterus		R								
	Sparisoma	*aurofrenatum*	E	E	A				D			
		rubiprinne		R								
		viride	E	R								
Serranidae	*Mycteroperca*	*bonaci*										
	Serranus	*tigrinus*		R								
Sparidae	*Calamus*	*calamus*										
Sphyraenidae	*Sphyraena*	*barracuda*			C							
No. de especies			**14**	**23**	**6**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**

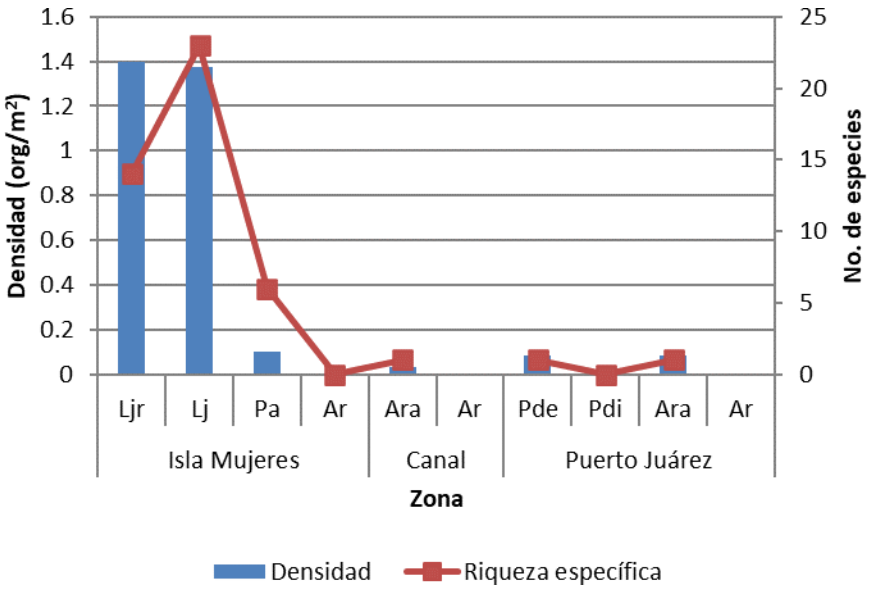
Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

b) Abundancia y riqueza específica

La mayor densidad de peces se registró en la sección de Isla Mujeres, en el ambiente de Laja rugosa (1.4 ind/m^2) y Laja (1.37 ind/m^2). La riqueza de especies en el ambiente de

Laja (Lj) en Isla Mujeres fue la más alta con un total de 23 especies observadas. Mientras que en la sección del Canal y de Puerto Juárez solo se observó 1 especie por zona. En los ambientes de Pastizal con algas (Pa) y Arenales (Ara y Ar) tanto densidad como riqueza de especies se reducen considerablemente. En el canal entre Isla Mujeres y Puerto Juárez predominan los ambientes de Arenal con algas (Ara) y Arenal (Ar) que presentan una densidad muy baja al igual que en los ambientes de Puerto Juárez, tanto en los ambientes de Arenal (Ar) y Arenal con algas (Ara) como en el Pastizal denso (Pde) y Pastizal disperso (Pdi) (Figura 4.61).

Figura 4.61. Densidad y riqueza específica de peces arrecifales en los diferentes tipos de ambientes.

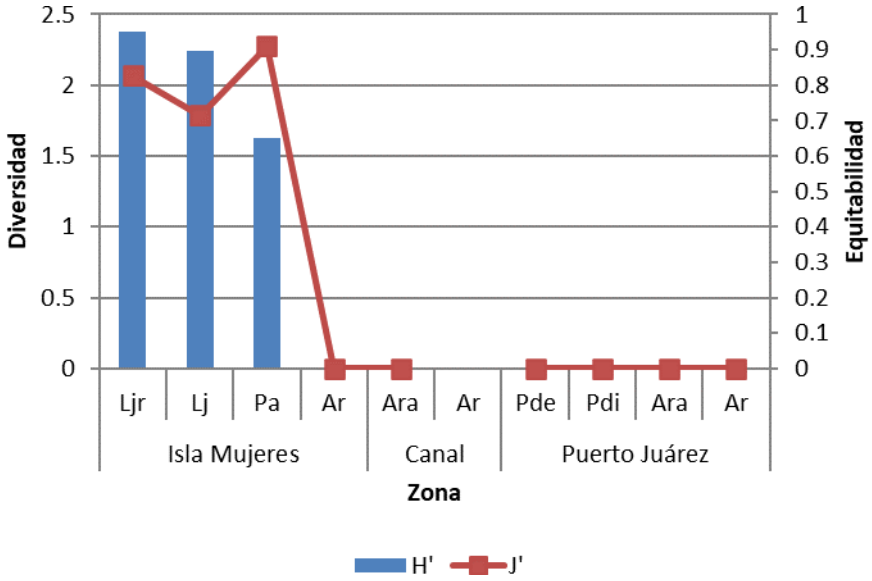


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

c) Diversidad y equitabilidad

La mayor diversidad se registró en los ambientes de Laja rugosa (Lj), Laja (Lj) y Pastizal con algas (Pa) de la sección de Isla Mujeres, con valores de H'=1.89, H'=2.24 yH'=1.63 respectivamente; y con valores de Equitabilidad de J'=0.715, J'=0.715 y J'=0.911, respectivamente. En las secciones del Canal y de Puerto Juárez se estimó unabaja cantidad de organismos y una baja diversidad, con la mayoría de los ambientes representados por solamente una especie. Al haber únicamente una especie dentro deun transecto, el índice de diversidad es cero y el índice de Equitabilidad no aplica, ya que no hay abundancia de especies que comparar (Figura 4.62).

Figura 4.62. Índices de diversidad y equitabilidad para los peces arrecifales en los diferentes tipos de ambientes.

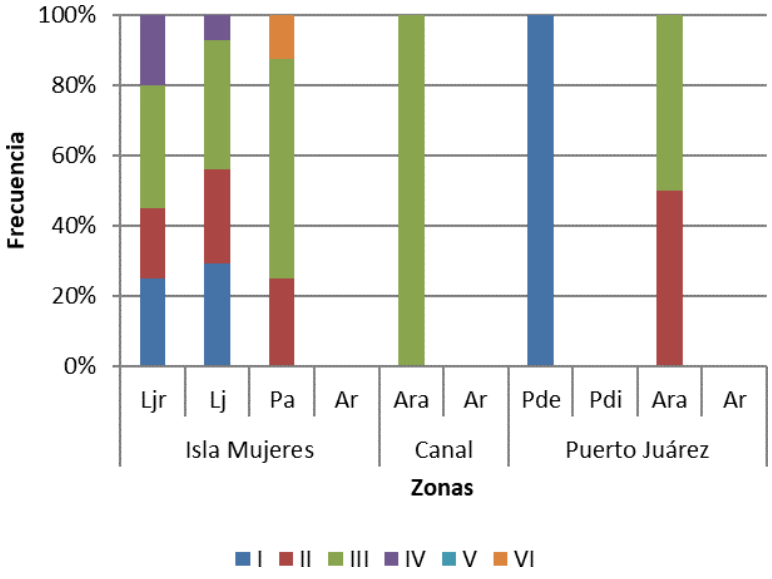


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

d) Estructuras de tallas

Se registraron cinco categorías de tamaños de peces, donde el ambiente de Laja rugosa (Ljr) en la sección de Isla Mujeres es donde se encontró mayor variedad de tamaños, representada por cuatro categorías. Los peces de categoría III, es decir de 10-20 cm, dominaron en la mayoría de los ambientes. Debido a la falta de abundancia y la baja diversidad en las secciones del Canal y de Puerto Juárez, se observa una dominancia de tallas muy significativa, pero no es representativa ni comparable con la sección de Isla Mujeres (Figura 4.63).

Figura 4.63. Frecuencia de tamaños de peces en los diferentes tipos de ambientes.

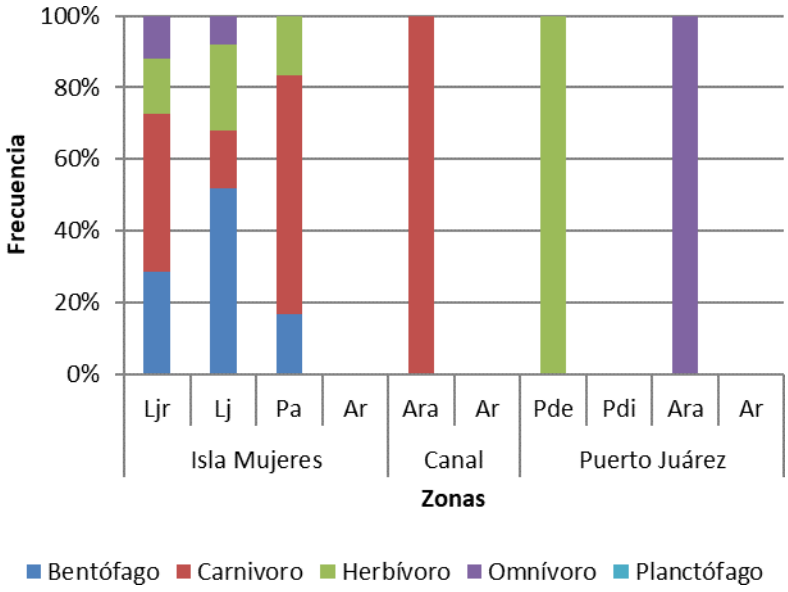


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

e) Grupos funcionales

Se observaron cuatro grupos tróficos durante este muestreo, presentando la mayor variedad de estos en el ambiente de Laja rugosa (Ljr) y Laja (Lj) en la sección de Isla Mujeres, donde los peces carnívoros dominaron con un ~40% seguido por peces bentófagos ~25%. Nuevamente en los ambientes del Canal y de Puerto Juárez parece haber una dominancia de grupos tróficos, pero esto solo se debe a la poca abundancia y diversidad de especies (Figura 4.64).

Figura 4.64. Abundancia relativa de peces arrecifales por grupo trófico en los diferentes tipos de ambientes.



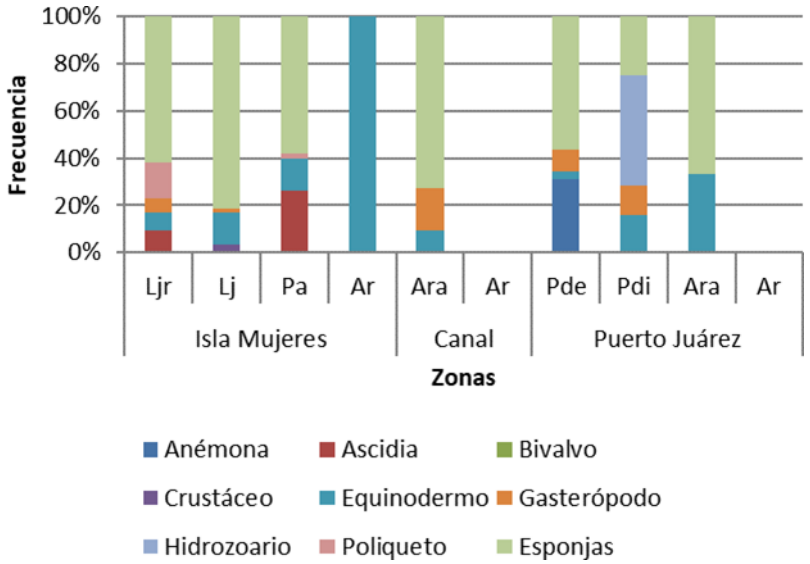
Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2.3.5. Invertebrados bentónicos

a) Distribución y composición de especies

Se observaron 10 grandes grupos de invertebrados, presentando el mayor espectro laLaja (Lj) y Laja con rugosidad (Ljr) de Isla Mujeres, donde las esponjas dominaron seguidos de los equinodermos con 14% (Fig. 4). El ambiente del Arenal (Ar) es el que tiene menor variedad de grupos taxonómicos, seguida del ambiente de Arenal con algas (Ara), el cual está dominado por esponjas y equinodermos. El ambiente de Laja (Lj) fue el único que presentó algún tipo de crustáceo, mientras que el ambiente de Pastizal denso fue la única con presencia de anémonas (Figura 4.65).

Figura 4.65. Densidad y riqueza específica grupos de invertebrados en los diferentes tipos de ambientes.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

El registro de biota bentónica para el área de estudio consistió en 25 especies de invertebrados pertenecientes a 23 géneros, 22 familias y 9 grupos taxonómicos diferentes, incluyendo: anémonas, hidrozoarios, ascidias, cnidarios, poliquetos, bivalvos, gasterópodos y equinodermos.

Los ambientes con sustrato de Laja (Ljr y Lj) en la sección Isla Mujeres fue en donde se registró el mayor número de especies, teniendo 8 especies, contrario al ambiente de Arenal donde solamente se registró una especie. La especie de invertebrado móvil con mayor abundancia fue el erizo negro Diadema antillarum, aunque su distribución se concentró mayormente en el ambiente de Laja (Lj) y Laja con rugosidad (Ljr) en la sección de Isla Mujeres. Los hidrozoarios, ascidias y poliquetos también tuvieron una alta abundancia en los pastizales.

Cabe resaltar que, en el caso de las esponjas, al ser difícil la identificación de especies en campo, se llevó a cabo un registro de su abundancia en función de la forma de crecimiento que presenta. De esta manera, se observa que su presencia es importante en casi todos los ambientes, con excepción de arenal, presentando una variedad de formas en los ambientes de sustrato de laja (Ljr y Lj), en donde se observó que el grupo más abundante fue el de esponjas con crecimiento tipo incrustante, seguido de las masivas (Tabla 4.19).

Tabla 4.19. Listado de especies de invertebrados y estimaciones de abundancia con base en su densidad relativa por tipo de ambiente. Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5-9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.

Grupo	Familia	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
				Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Anémona	Actiniidae	*Condylactis*	*gigantea*							A			
Hidrozoario	Sertularellidae	*Sertularella*	*diaphana*	E							D		
Ascidia	Clavelinidae	*Clavelina*	*sp.*	E		D							
Cnidario	Sphenopidae	*Palythoa*	*caribeorum*	E									

Grupo	Familia	GÉNERO	ESPECIE	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
				Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Poliqueto	Amphinomidae	*Hermodice*	*carunclata*			E							
	Sabellidae	*bispira*	*brunnea*	C									
Bivalvo	Spondylidae	*Spondylus*	*sp.*		E								
Gasteropodo	Cerithiidae	*Cerithium*	*sp.*	D									
	Neritidae	*Nerita*	*undata*							E			
	Ovulidae	*Cyphoma*	*gibbosum*		C								
	Strombidae	*Aliger*	*gallus*		A								
			gigas					E			C		
		Lobatus	*raninus*					D					
	Turbinellidae	*Turbinella*	*angulata*					D					
	Turbinidae	*Lithopoma*	*sp.*							D			
Equinodermo	Chypeasteridae	*Clypeaster*	*rosaceus*			E							
	Cidaridae	*Eucidaris*	*tribuloides*		C								
	Diadematidae	*Diadema*	*antillarum*	A	A								
	Echinometridra	*Echinometra*	*lucunter*	D									
			viridis	A	D					A			
	Mellitidae	*Mellitella*	*sp.*				D						
	Ophiuroidea	*Ophiocoma*	*sp.*		A								
	Oreasteridae	*Oreaster*	*reticulatus*								C	D	
	Stichopodidae	*Isostichopus*	*fuscus*								C		
Crustaceo	Mithracidae	*Maguimithrax*	*spinosissimus*		E								
No. de especies				**8**	**8**	**3**	**1**	**3**	**0**	**4**	**4**	**1**	**0**

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

Tabla 4.20. Listado de esponjas por su morfología, y estimaciones de abundancia relativa por tipo de ambiente. Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5-9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.

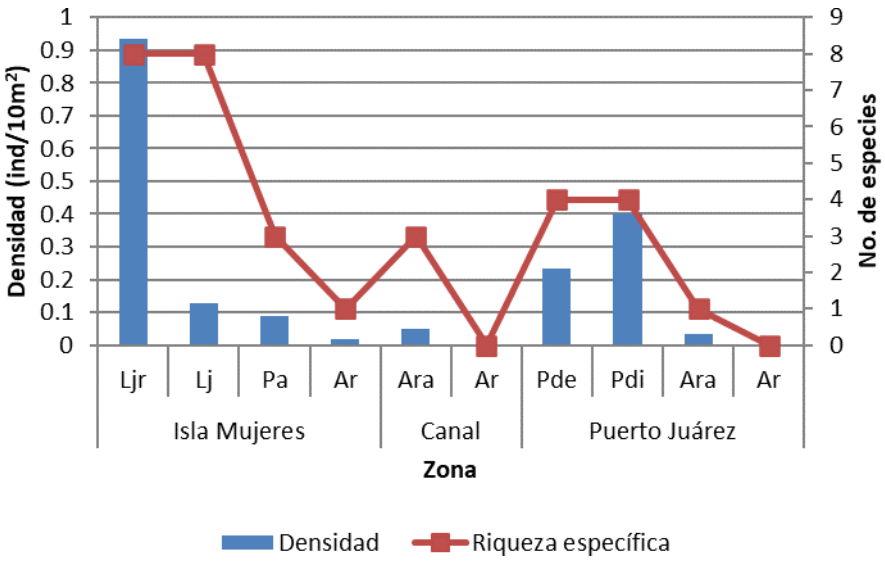
Morfología	Isla Mujeres				Canal		Puerto Juárez			
	Ljr	Lj	Pa	Ar	Ara	Ar	Pde	Pdi	Ara	Ar
Incrustante	D	A	D		D		A	D		
Masiva	D	D	A							
Ramosas	E	D			A		D	D	D	
Tubular	E	C	A							
Número	**4**	**4**	**3**	**0**	**2**	**0**	**2**	**2**	**1**	**0**

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

a) Abundancia y riqueza específica

La mayor densidad de invertebrados, sin considerar al grupo de esponjas, se registró en la zona de Isla Mujeres en el ambiente de Laja con rugosidad (Ljr) con 0.93 ind/m^2. En contraste con la riqueza de especies, son la más alta fue registrada en el ambiente de Laja (Lj) y Laja con rugosidad (Ljr) en Isla Mujeres. La riqueza más baja se encontró en el ambiente de Arenal (Ar) en Isla Mujeres y en el Arenal con algas (Ara) en Puerto Juárez. La zona del Canal, entre Isla Mujeres y Puerto Juárez, presenta una baja densidad de organismos, pero con una riqueza intermedia de especies (Figura 4.66).

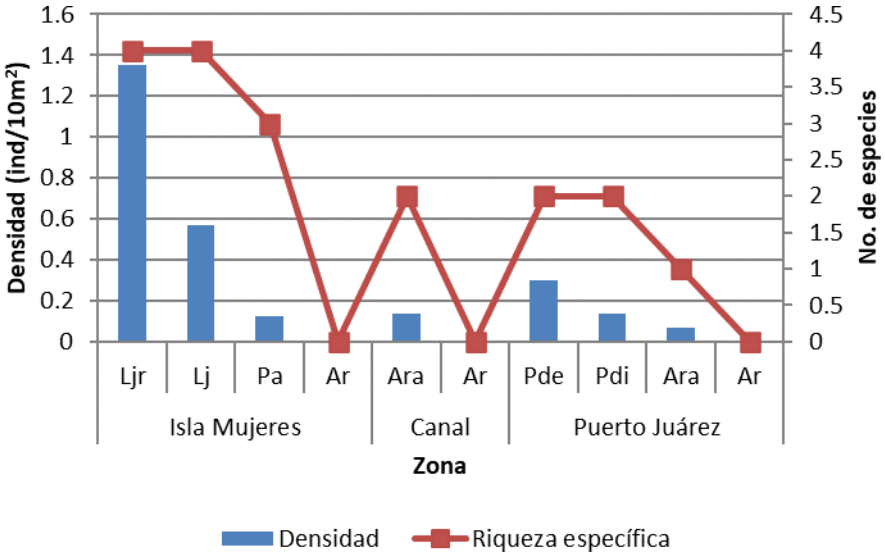
Figura 4.66. Densidad y riqueza específica de invertebrados en los diferentes tipos de ambientes.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

En cuanto al grupo de las esponjas, la mayor densidad se registró en el ambiente de Laja con rugosidad en Isla Mujeres con 1.35 ind/m^2, mientras que la menor fue en el Arenal con algas en Puerto Juárez con 0.06 ind/m^2. Cabe resaltar que para el ambiente de Arenal en Isla Mujeres no se registraron esponjas. En cuanto a la diversidad de formas de crecimiento encontradas (i.e. esponjas ramosas, tubulares, masivas o incrustantes), observamos que esto va disminuyendo conforme nos acercamos a la costa en Puerto Juárez, ya que la mayor diversidad se encontró en el ambiente de Laja en Isla Mujeres, mientras que la menor fue en el ambiente de Arenal con algas en Puerto Juárez (Figura 4.67).

Figura 4.67. Densidad y riqueza específica de esponjas en los diferentes tipos de ambientes.

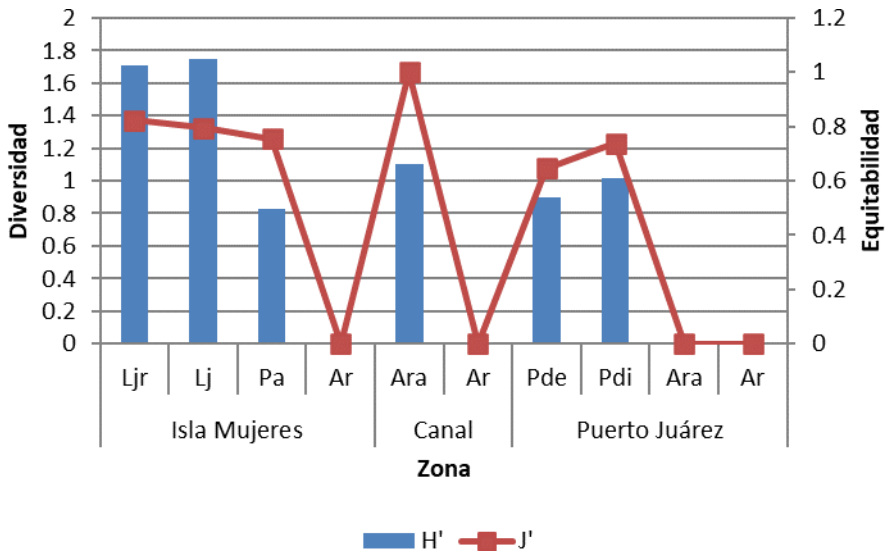


Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

b) Diversidad y equitabilidad

La mayor diversidad se registró en las unidades de monitoreo Laja, y Laja con Rugosidad con valores de H'=1.75, y H'=1.71 respectivamente, con valores de equitatividad de J'=0.795, y J'=0.824, en el mismo orden. Para el caso del ambiente de Arenal en Isla Mujeres y de Arena con algas en Puerto Juárez, al haber únicamente una especie dentro de un transecto, el índice de diversidad es cero y el índice de Equitabilidad no aplica ya que no hay abundancia de especies que comparar, por lo que se presenta en la gráfica como cero (Figura 4.68).

Figura 4.68. Índices de diversidad y equitabilidad para los invertebrados en los diferentes tipos de ambientes.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

4.3.2.3.6. Especies bajo protección especial

En el muestreo que se llevó a cabo para el presente estudio se registró la presencia de 3 especies de pasto marino que están listadas con algún tipo de categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010 y DOF, 2019). A continuación, se muestran los detalles pertinentes sobre dichas especies.

Tabla 4.21. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran listadas con algún tipo de categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Categoría de protección	Distribución y abundancia
Thalassia testudinum (Pasto marino	(Pr) Sujetas a protección especial	Sección Isla Mujeres: Dominante en el ambiente de Pastizal con algas (Pa)y común en el Arenal (Ar)
		Sección Canal: Abundante en el ambiente arenal con algas (Ara)

Especie	Categoría de protección	Distribución y abundancia
de tortuga)		Sección Puerto Juárez: Dominante en los ambientes de Pastizal denso (Pde) y Pastizal disperso (Pdi)
Syringodium filiforme (Pasto marinode manatí)	(A) Amenazada	Sección Isla Mujeres: Abundante en el ambiente Pastizal con algas (Pa)
		Sección Canal: Abundante en el ambiente arenal con algas (Ara)
		Sección Puerto Juárez: Dominante en el ambiente de Pastizal denso (Pde) y Abundante en el ambiente de Pastizal disperso (Pdi)
Halodule wrightii (Pasto marino somero)	(A) Amenazada	Sección Isla Mujeres: Abundante en el ambiente Pastizal con algas (Pa)

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

Debido a la importancia ecológica que tienen estos ambientes de praderas de pasto marino, el proyecto de instalación del cable de fibra óptima garantiza que la afectación a este elemento biótico será temporal y no significativo.

4.3.3. Medio Socioeconómico

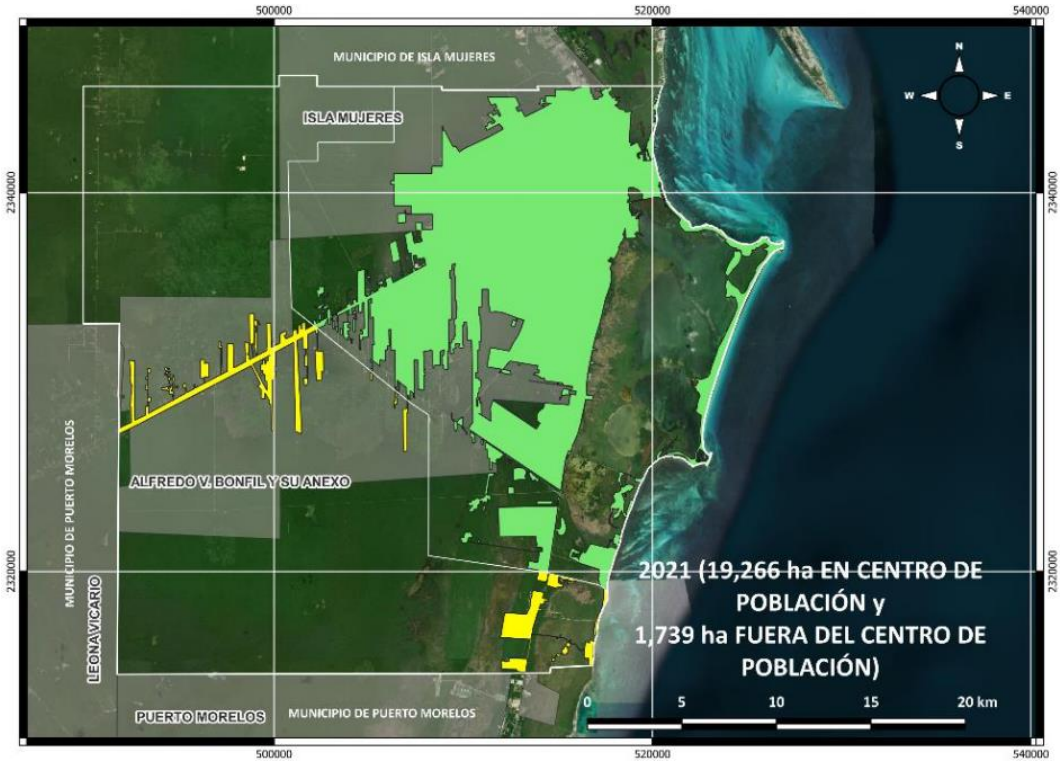
Con el fin de presentar de manera integral el proyecto para su mejor evaluación, además de la información sobre los factores bióticos y abióticos se presentan los socioeconómicos relativos a la región, siendo este último el componente del que depende la cantidad y diversidad y calidad de los recursos presentes en una determinada.

4.3.3.1. Contexto regional

El municipio de Benito Juárez se encuentra entre los paralelos 20°44’ y 21°14’ de latitud norte; los meridianos 86°44’ y 87°20’ de longitud oeste; altitud entre 0 y 100, colinda al norte con los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al este con el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas y al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas.

Ocupa el 2.1% del territorio estatal y tiene una densidad de población de 979.4 (hab/km^2) con una población de 911,503 habitantes (50.4 hombres y 49.6% mujeres) resultado del Censo de Población y Vivienda 2020-2021, en comparación a 2010, la población en Benito Juárez creció un 37.9%.

Figura 4.69. Ocupación territorial en el Municipio de Benito Juárez en el año 2021.

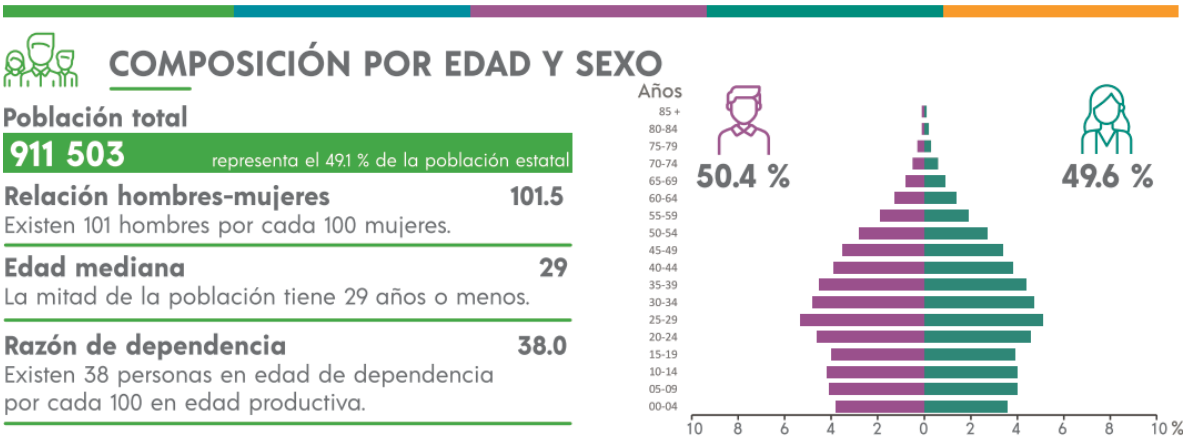


Fuente: (PDUCP, 2022).

4.3.3.2. Población

De acuerdo con los resultados del anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo el municipio de Benito Juárez contaba en el 2020, con una población total de 911,503 habitantes, los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (93,271 habitantes), 30 a 34 años (85,696 habitantes) y 20 a 24 años (82,839 habitantes). Entre ellos concentraron el 28.7% de la población total. Del total de población, el 3.5% padece con alguna discapacidad, los rangos de edad del porcentaje total fueron 0 a 17 años (2.3%), 18 a 29 años (1.8%), 30 a 59 años (3.1%) y 60 años y más (17.6%).

Figura 4.70. Porcentaje de hombres-mujeres por grupo de edad.

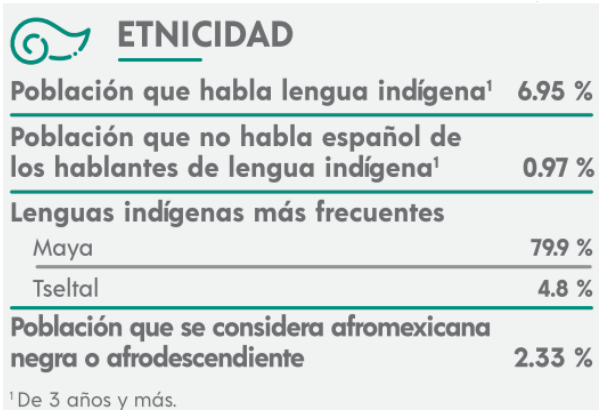


Fuente: (INEGI, 2020).

4.3.3.3. Lengua indígena

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 73.5k personas, lo que corresponde a 8.07% del total de la población de Benito Juárez. Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (56,905 habitantes), Tseltal (4,098 habitantes) y Tsotsil (3,208 habitantes).

Figura 4.71. Lengua indígena en el municipio de Benito Juárez.



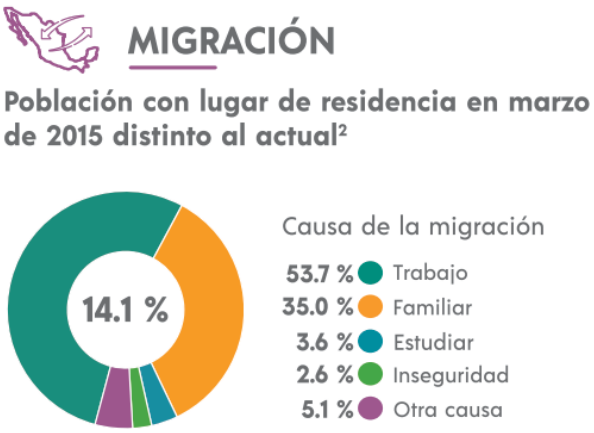
Fuente: (INEGI, 2020).

4.3.3.4. Inmigración extranjera

El mapa muestra los países de origen de los migrantes a Benito Juárez en los últimos años. La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Benito Juárez en los últimos 5 años provino de Guatemala (1.8k personas), Argentina (1.18k personas) y Venezuela (1.15k personas).

Las principales causas de migración a Benito Juárez en los últimos años fueron laborales (2.86k personas), familiares (2.05k personas) y económicas (1.68k personas).

Figura 4.72. Migración



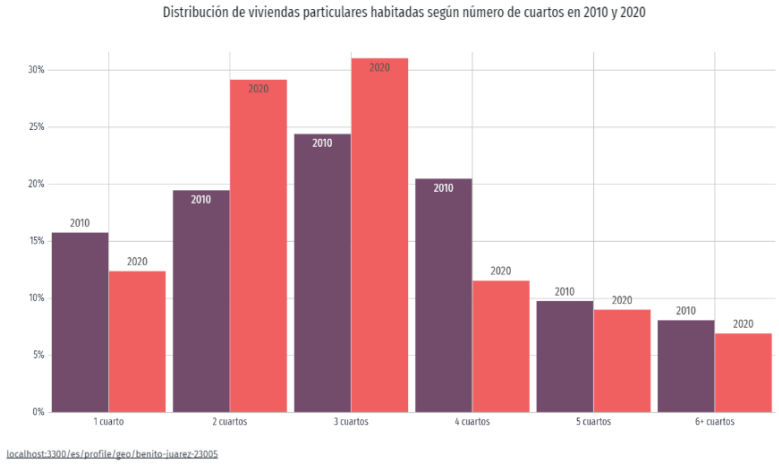
Fuente: (INEGI, 2020).

4.3.3.5. Vivienda y servicios

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 31% y 29.1%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 44.7% y 39.8%, respectivamente.

Figura 4.73. Distribución de viviendas particulares en el municipio de Benito Juárez.

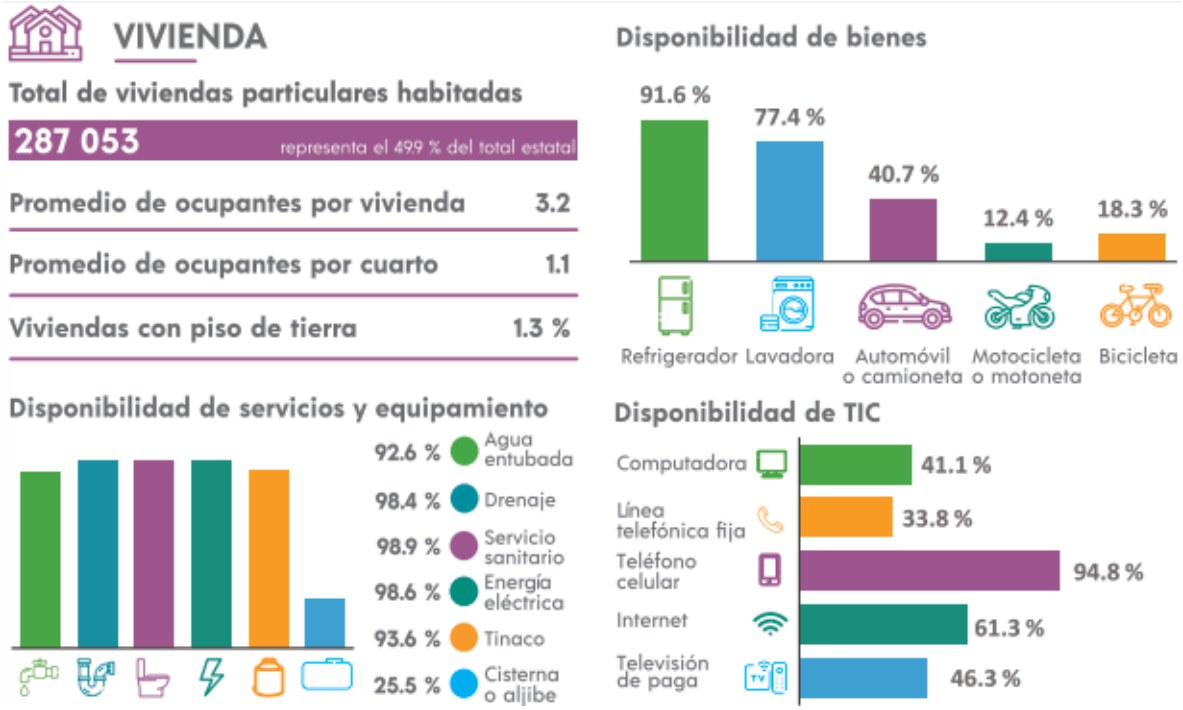


Fuente: (INEGI, 2020).

Del total de viviendas, el 98.4% cuentan con drenaje y 98.9% con servicios sanitarios; 98.6% de viviendas particulares habitadas disponen de energía eléctrica, 92.6 % agua entubada y 25.5% con algún tipo de cisterna o aljibe.

En cuanto al acceso de tecnologías, entretenimiento, disponibilidad de bienes, disponibilidad de transporte y equipamiento, las siguientes gráficas presentan el porcentaje de hogares que cuentan con determinados elementos de conectividad y/o servicios respecto al total de viviendas particulares habitadas.

Figura 4.74. Servicios y conectividad en la vivienda.



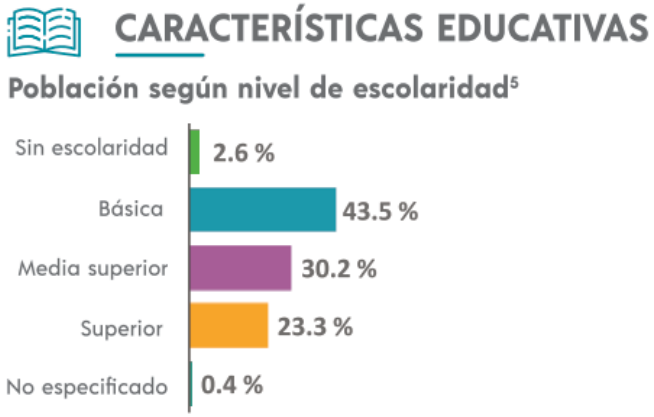
Fuente: (INEGI, 2020).

4.3.3.6. Educación

La gráfica (Figura 4.75) muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Benito Juárez según el grado académico aprobado.

En 2020, los principales grados académicos de la población de Benito Juárez fueron Secundaria (211k personas o 30.2% del total), Preparatoria o Bachillerato General (201k personas o 23.3% del total) y Licenciatura (115k personas o 17.2% del total).

Figura 4.75. Educación en el municipio de Benito Juárez.



Fuente: (INEGI, 2020).

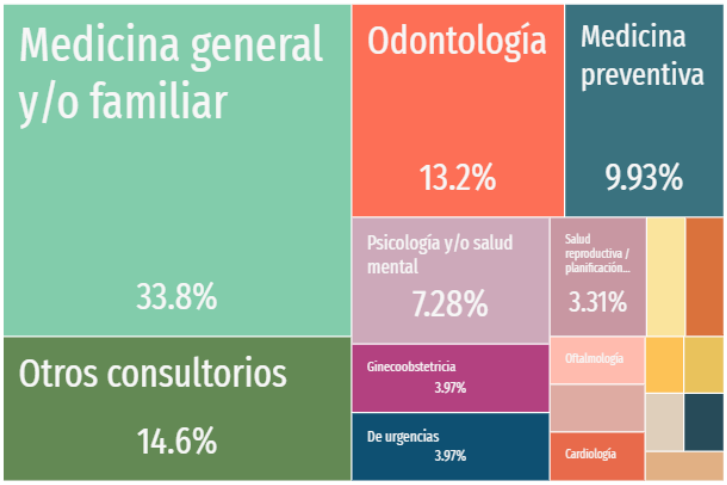
La tasa de analfabetismo de Benito Juárez en 2020 fue 1.84%. Del total de población analfabeta, 36.8% correspondió a hombres y 63.2% a mujeres.

4.3.3.7. Recursos de salud

En Benito Juárez, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (461k), Otro lugar (185k) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (101k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (535k) y No Especificado (209k).

De acuerdo con censo de población 2020, el 71.6 % de la población del municipio de encuentra afiliada a los servicios de salud, del porcentaje total el 76.2% pertenece al IMSS, 15.8% a INSABI, 4.9% a ISSSTE o ISSSTE estatal, 0.5% a IMSS BIENESTAR, 0.3% a Pemex, Defensa o Marina y 0.7% a otra institución.

Figura 4.76. Distribución de consultorios por especialidad en Benito Juárez.



Fuente: (INEGI, 2022).

Las principales carencias sociales de Benito Juárez en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

4.3.3.8. Indicadores económicos

Es en esta zona donde se sitúa uno de los desarrollos turísticos más modernos e importantes de México, cuya expansión se viene produciendo desde la década de los 70's. Dada la gran afluencia de visitantes y los numerosos empleos directos que se generan, la actividad turística en esta zona es considerada actualmente como un renglón estratégico de la economía nacional.

En enero de 2024, las ventas internacionales de Benito Juárez fueron US$4.04M y un total de US$34.1M en compras internacionales. Para este mes el balance comercial neto de Benito Juárez fue de -US$30M.

Las principales ventas internacionales de Benito Juárez en 2023 fueron vidrio de seguridad constituido por vidrio templado o contrachapado (US$16.1m), agua, incluidas el agua mineral y la gaseada, con adición de azúcar u otro edulcorante o aromatizada, y demás bebidas no alcohólicas, excepto los jugos de frutas u otros frutos o de hortalizas de la partida 20.09 (US$5.28m) y obras y piezas de carpintería para construcciones, incluidos los tableros celulares, los tableros ensamblados para revestimiento de suelo y tablillas para cubierta de tejados o fachadas de madera (US$2.7m).

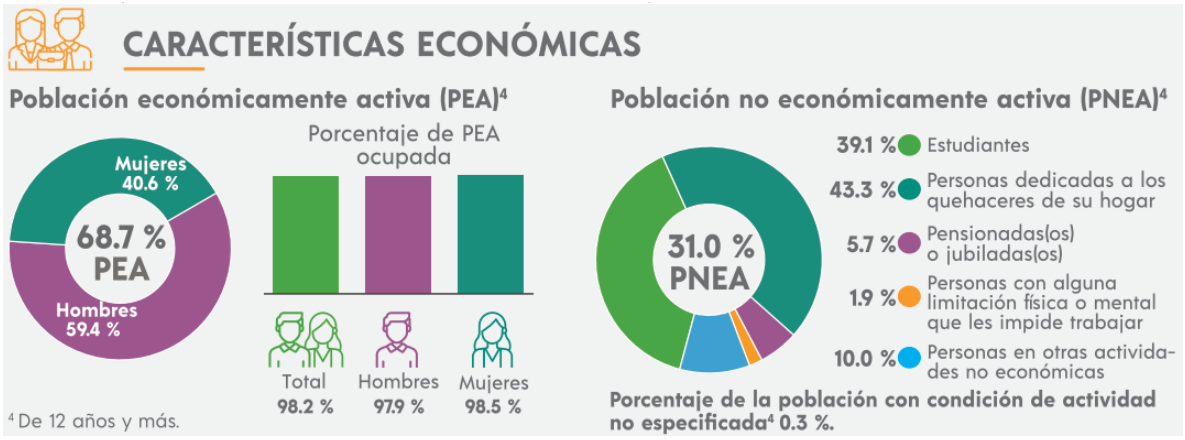
Los principales destinos de ventas internacionales en 2023 fueron Estados Unidos (US$17.9M), Cuba (US$12.1M) y Jamaica (US$8.2M).

Las principales compras internacionales de Benito Juárez en 2023 fueron filetes y demás carne de pescado (incluso picada), frescos, refrigerados o congelados (US$39.6m), vehículos de motor para el transporte de mercancías (US$19.7m) y otros muebles y piezas (US$15.6m).

Los principales países de origen de las compras internacionales en 2023 fueron China (US$158M), Estados Unidos (US$96.5M) y España (US$61.6M).

Dentro de las características económicas del municipio se tiene la participación laboral, en el municipio de Benito Juárez la tasa de participación labora fue de 68.7% con una población económicamente activa y un 31.0% de población no económicamente activa.

Figura 4.77. Características económicas del municipio de Benito Juárez.



Fuente: (INEGI, 2020).

La visualización muestra el ingreso corriente total promedio trimestral por hogar en deciles de hogares en Quintana Roo comparando los años 2016, 2018 y 2020.

En Quintana Roo, el 10% de los hogares de menores ingresos (primer decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de $8.66k MX en 2020, mientras que el 10% de los hogares de mayores ingresos (décimo decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de $146k MX en el mismo periodo.

En 2020, 31.7% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 6.23% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 26.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 9.2%.

4.3.3.9. Seguridad Pública

Con el objetivo de comprender la Seguridad Pública de México, la presente sección analiza dos conceptos principales correspondientes a aproximaciones teóricas desde las cuales se aborda el nivel de Seguridad Pública: **a) Percepción** y **b) Denuncia.**

La **percepción de seguridad** busca medir la percepción de seguridad pública que la población y los hogares tienen sobre el lugar donde residen y su relación con el delito. Por otro lado, la **percepción de confianza en autoridades** o desempeño institucional busca conocer la manera en que la población percibe a las autoridades y las acciones que realizan, independiente de si han sido o no víctimas de delito.

El término de **denuncia**, es utilizado en el acto mediante el cual un sujeto, víctima o testigo de un crimen, informa o establece los hechos frente a las autoridades pertinentes, reportando una irregularidad, acto delictivo o crimen con el fin de ser investigado.

En 2023, 25.7% de los hombres mayores de 18 años de Quintana Roo percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 15.9% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

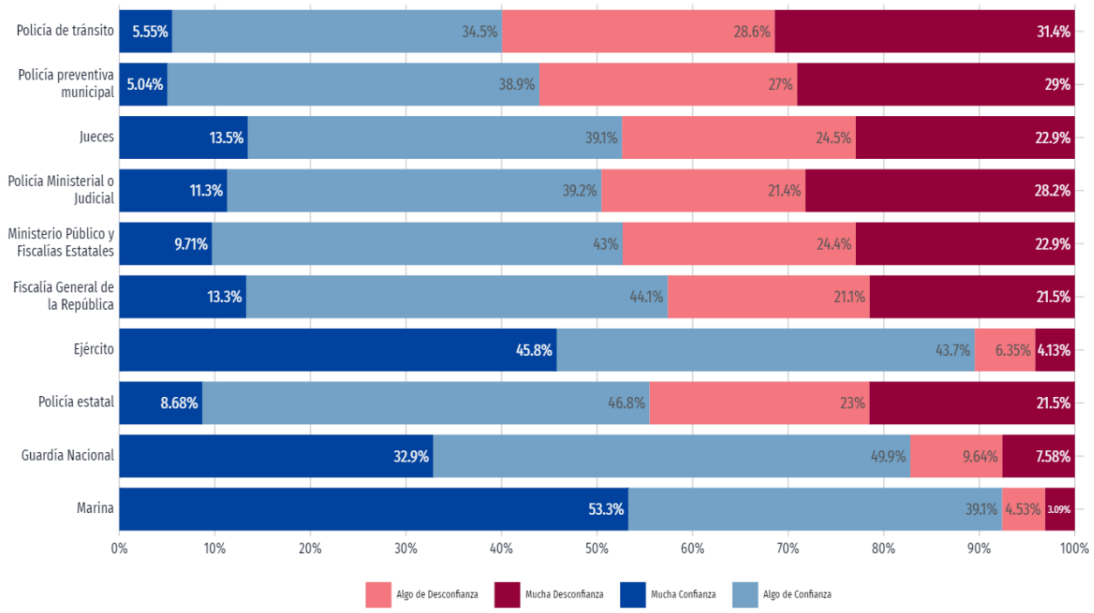
A nivel de personas, los hombres del estrato sociodemográfico medio alto percibieron mayor seguridad (33.7%), mientras que las mujeres percibieron mayor seguridad en el estrato socioeconómico medio bajo (17.9%).

En 2023, 8.68% de la población de Quintana Roo aseguró tener mucha confianza en la policía estatal, mientras que un 21.5% indicó tener mucha desconfianza.

Del mismo modo, un 9.71% de la población aseguró tener mucha confianza en el Ministerio Público y Procuradurías, un 13.5% en los Jueces y un 32.9% en la Policía Federal, mientras que un 22.9%, un 22.9% y un 7.58% aseguró tener mucha desconfianza en ellos, respectivamente.

En la gráfica (Figura 4.78) se puede analizar el nivel de confianza en otras autoridades y revisar los datos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior.

Figura 4.78. Confianza en autoridades (2023).



Fuente: (INEGI, 2023).

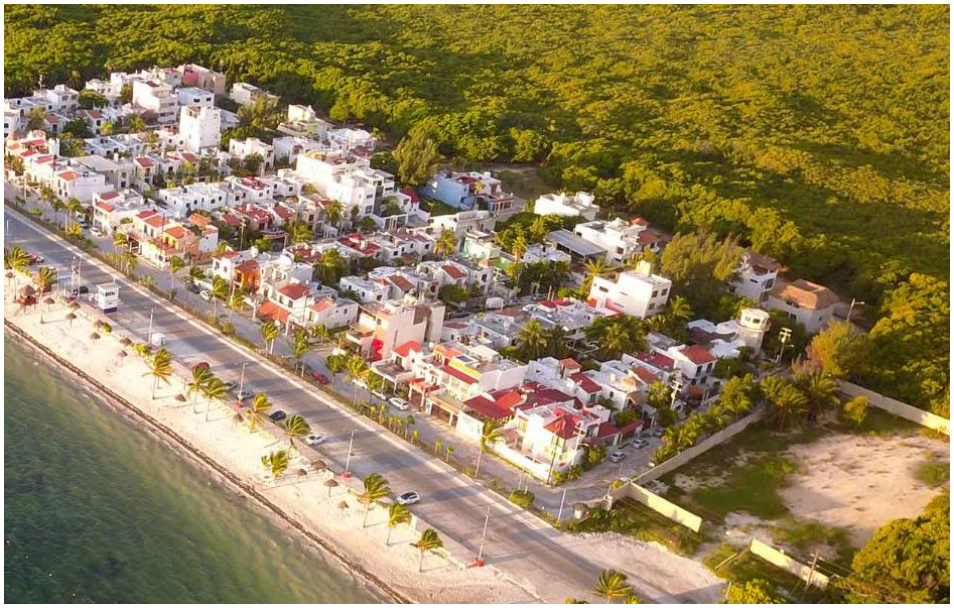
Las denuncias con mayor ocurrencia durante febrero 2024 fueron Robo (564), Violencia Familiar (267) y Daño a la Propiedad (213), las cuales abarcaron un 50.3% del total de denuncias del mes.

Al comparar el número de denuncias en febrero 2023 y febrero 2024, aquellas con mayor crecimiento fueron Incumplimiento de Obligaciones de Asistencia Familiar (160%), Allanamiento de Morada (150%) y Corrupción de Menores (125%).

4.4. PAISAJE

Como se ha referido a lo largo de este capítulo, la zona donde se encuentra el SA del Proyecto, es una superficie que se encuentra en la franja costera de la ciudad de Cancún y las obras y actividades que se han desarrollado durante varias décadas han permitido la presencia de infraestructuras en diferentes grados. Por lo anterior, el crecimiento en la zona costera de Puerto Juárez ofrece oportunidades de recreación, comercio y empleos para los habitantes cercanos, ya que en la actualidad existen obras destinadas a actividades turísticas, pesqueras y habitacionales.

Figura 4.79. Aspecto visual del SA del proyecto y terrenos aledaños.



Fuente: (Playa Platino, 2022).

Figura 4.80. Aspecto visual de la zona costera y terrenos aledaños.



Fuente: (Playa Platino, 2022).

Por lo anterior, a nivel paisaje, la fracción costera representa una zona aprovechable o disfrutable principalmente por las actividades turísticas y pesqueras. En este contexto, la playa El Niño se dicta sobre requerimientos de sostenibilidad y especificaciones de desempeño sustentable a desarrolladores y prestadores de servicio, por lo que la realización de obras temporales no repercutirá más allá de lo que hasta la fecha han guiado los instrumentos regulatorios en los tres niveles de gobierno.

A partir de lo expresado, se considera que la zona tiene un bajo grado de conservación, esto se asocia con la infraestructura presente que rodea los remanentes de vegetación secundaria y vegetación inducida, esto en concordancia con las actividades presentes en la zona. Por lo tanto, la realización de obras y actividades en el SA del Proyecto, considerando las actividades permitidas por los ordenamientos, no representa una afectación visual permanente que impida posicionar el destino turístico como altamente competitivo en aspectos de sustentabilidad, estableciendo medidas preventivas y de adaptación para los efectos que serán compatibles con el entorno.

En lo que se refiere a la zona marina, en el área circunvecina existen muelles operando, que brindan servicios turísticos, o bien servicios a restaurantes, esto mediante pequeñas embarcaciones atracadas en diferentes zonas a lo largo de la playa y/o en muelles instalados. Con la realización del Proyecto la calidad escénica marina no será modificada de manera puntual.

4.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.5.1. Análisis ambiental

La caracterización del SA a través de análisis objetivos, con fundamento técnico y científico, producto de los estudios y datos presentados en el presente capítulo de esta MIA-P, permitirá a continuación, hacer un diagnóstico integral identificando los elementos de transformación y la calidad ambiental.

4.5.2. Unidades naturales

De manera general en el SA del proyecto se reconoce una unidad natural, el litoral, el cual constituye uno de los ambientes más frágiles de la tierra. Por su propia naturaleza, el sistema litoral es muy vulnerable a experimentar desequilibrios en su balance sedimentario, especialmente cuando la dinámica de los sedimentos o en su medio de transporte es alterada considerablemente por la actividad humana[15].

4.5.3. Condición del SA

Como se mencionó anteriormente, el SA del Proyecto se desarrolla en un afloramiento de roca caliza de moluscos del holoceno-pleistoceno, que está caracterizado por packstone de bioclásticos y calcarenitas, así como algunos depósitos cuaternarios de origen lacustres, palustres y de litoral, en donde se forman estructuras asociadas con los diversos grados de disolución de la roca dando origen a cenotes, dolinas, cavernas, entre otros. Como se mencionó en la caracterización de la vegetación, en el SA del Proyecto se desarrolla predominantemente vegetación de duna costera que se entra en el litoral de la Península de Yucatán, resultado de condiciones adversas de alta salinidad, fuertes vientos y medio extremoso. En la zona debería existir una vegetación de matorral de duna costera, sin

[15] Martínez-Rivera, W., Ordaz-Hernández, A., & Garatachia-Ramírez. (2016). Evaluación de la línea de costa de la Península de Yucatán entre 1980 y 2019: potencial fuente de riesgo socionatural. Mineria y Geología, 1990, 409–431. https://www.researchgate.net/publication/313790640_Capitulo_18_Diagnostico_de_las_necesidades_y_probabilidades_de_restauracion_en_las_dunas_costeras_de_Quintana_Roo

embargo, dados los usos del suelo actual, el matorral ha sido sustituido por una escasa cobertura vegetal terrestre que está constituida principalmente por especies introducidas como la palma Cocos Nucifera, esta vegetación se encuentra alterada y fragmentada por ubicarse cerca de la zona urbana.

Como se señaló en el apartado 4.2.1, esta porción de territorio ha sido afectada por el ritmo de crecimiento de los centros de población, sujeta al uso de suelo delimitado por la UGA-21, siendo cada vez menos frecuente que se encuentren sitios tal y como se describen en la bibliografía consultada, siendo el área de estudio uno de ellos.

El estado actual que presenta la zona terrestre del área de estudio, es producto del grado de afectación provocado por la urbanización, las actividades humanas, de recreación y turísticas.

En cuanto a la composición de la biota marina que se encuentra en el área de estudio se puede decir que la comunidad de corales es prácticamente inexistente, ya que se registró un bajo número de especies con una escasa abundancia, menor al 2.5% de cobertura coralina en los ambientes con sustrato de laja en la sección de Isla Mujeres, y prácticamente nula en el resto de ellos. La comunidad de peces también es baja en la mayoría de los ambientes, con densidades y riqueza de especies mayores en los ambientes de sustrato con laja en la sección de Isla Mujeres.

La biota marina que se encuentra en el área de estudio, se puede decir, que cuenta con una comunidad de corales prácticamente inexistente, ya que se registró un bajo número de especies con una escasa abundancia, menor al 2.5% de cobertura coralina en los ambientes con sustrato de laja en la sección de Isla Mujeres, y prácticamente nula en el resto de ellos.

La ruta marina prevista para la instalación del cable para este proyecto se encuentra en un área marina donde no existe formación coralina, por lo que la biota marina presente es poco abundante y de baja diversidad. La comunidad de peces también es baja en la mayoría de los ambientes, con densidades y riqueza de especies mayores en los ambientes de sustrato con laja en la sección de Isla Mujeres.

4.5.4. Estado de conservación de la vegetación del SA

Tal como se describió en el apartado 4.3.2. el estado de conservación de la vegetación en el SA y sitio del proyecto, presentan áreas con alta degradación conformado por áreas desprovista de vegetación nativa para su adaptabilidad a las actividades presentes, como caminos, asentamientos humanos y ecosistemas con vegetación secundaria; por tanto, el estado de conservación de la vegetación en el SA se encuentra alterado en un nivel alto.

La ruta prevista para la instalación del cable de fibra óptica de este proyecto abarca una extensa área que va desde la Playa de El Niño, ubicada en Puerto Juárez en la parte continental, y se dirige hacia el norte de Isla Mujeres.

La sección de Puerto Juárez se caracteriza por ser una zona extensa de praderas de pasto marino en buen estado de conservación. Al respecto, se recomienda implementar un programa de rescate y reubicación del pasto marino que se verá directamente afectado por

la instalación del cable y que posteriormente se lleve a cabo un programa de restauración de pasto marino como una medida de compensación.

La sección del Canal representa la mayor extensión del área de estudio, siendo un ambiente poco complejo, conformado de arenales extensos con algunos parches de vegetación marina de poca abundancia, en donde la presencia de biota marina conspicua es prácticamente nula. Dada la naturaleza del proyecto, en donde no se llevará a cabo ningún tipo de extracción del material de arena, se considera que la afectación a este tipo de ambiente es poco significativa, por la baja presencia de biota marina. Sin embargo, se deberá llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna de lento crecimiento, ya que los arenales suelen ser hábitat de organismos enterradores como lo son varias especies de cangrejos, algunos equinodermos como las galletas de mar y gasterópodos que utilizan este tipo de hábitat para formar agregaciones con fines de reproducción.

La sección de Isla Mujeres es la única zona dentro del área de estudio que tiene sustrato duro, en donde existe un hábitat propicio para la presencia de biota marina típica de arrecife.

4.5.5. Riesgos ambientales

Las áreas costeras son muy dinámicas y complejas con cambios que ocurren en distintas escalas de tiempo, que van desde segundos hasta millones de años. La frontera entre el mar y la tierra define la línea de costa, las perturbaciones naturales como el viento, las olas, corrientes, tormentas, huracanes, así como las acciones antropogénicas provocan cambios en ellas; siendo estas últimas de gran impacto debido a la construcción de obras tales como hoteles, carreteras, presas, muelles y otras, que inciden directamente en la migración y deposición de sedimentos en la línea litoral[16].

La zona se encuentra en la ruta de impacto de ciclones en la temporada anual que va de junio a noviembre. Los fuertes vientos que provocan estos fenómenos, así como el oleaje y las marejadas de tormenta, causan diversas alteraciones en la estructura de la vegetación y en el perfil costero, siendo de los principales modeladores del paisaje natural, propiciando también la generación y acumulación de material vegetal que se transforma en combustible que fomenta incendios forestales de grandes magnitudes.

Los cambios morfológicos y sedimentológicos de las playas se deben a la movilidad de sedimentos controlados por factores tanto naturales como antrópicos. Entre los principales factores naturales se encuentran a las tormentas o huracanes y, en segunda instancia, el ascenso del nivel del mar por calentamiento global.

4.5.6. Pronóstico ambiental

El SA, como todo sistema, está compuesto por una serie de elementos, que tienen un funcionamiento propio, que, a su vez, interaccionan con otros sistemas para alcanzar la funcionalidad del entorno, esto, se da a través de flujos continuos de materia y energía, valiéndose de una plasticidad natural para soportar los estresores del ambiente, provocados

[16] Martínez-Rivera, W., Ordaz-Hernández, A., & Garatachia-Ramírez. (2016). Evaluación de la línea de costa de la Península de Yucatán entre 1980 y 2019: potencial fuente de riesgo socionatural. Mineria y Geología, 1990, 409–431. https://www.researchgate.net/publication/313790640_Capitulo_18_Diagnostico_de_las_necesidades_y_probabilidades_de_restauracion_en_las_dunas_costeras_de_Quintana_Roo

por el mismo entorno o por acción antrópica; dependiendo de la magnitud, intensidad y duración, el sistema puede hacer frente a los cambios y adaptarse. Sin embargo, la presión que ejercen las actividades antrópicas (incremento urbano, aumento de residuos, reducción de cobertura vegetal, entre otros) reduce progresivamente la resiliencia su resiliencia, ocasionando el deterioro ambiental y en ciertas circunstancias, la degradación o pérdida irreversible de las funciones, bienes y servicios ambientales, este es el efecto o la consecuencia que se espera a largo plazo en las franjas costeras que a través del tiempo han incrementado la densidad de población y de infraestructura, la mayor parte al amparo de los instrumentos de ordenamiento territorial.

El contexto descrito demuestra la combinación de factores naturales y antrópicos como son los eventos hidrometeorológicos entre los primeros y la inadecuada planeación territorial entre los segundos, que, al coincidir espacialmente con condiciones físicas, como la naturaleza de los sedimentos holocénicos de muy baja cohesión o la geomorfología y configuración de la costa, permiten inferir una condición de especial vulnerabilidad física.

Con respecto al área de influencia directa del Proyecto no es diferente de lo antes mencionado; como se ha señalado, es un área que ha sido impactada y adaptada para su aprovechamiento turístico intensivo. De acuerdo con la Figura, la zona se encuentra el SA del Proyecto, es una franja que, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, con sus respectivas restricciones permite el desarrollo de actividades en diferentes grados, en la misma imagen se puede apreciar la existencia de vialidades y desarrollo urbano cercano a la costa lo que indica que, dada su ubicación y las características propias del sitio, este presente un alto grado de perturbación.

La franja de laja que atraviesa la ruta prevista para la instalación del cable de fibra óptica presenta muy poca complejidad del sustrato y una biota marina asociada con poca abundancia de organismos y baja variedad de especies, comparado con la parte más próxima a la isla, por lo que se considera que es un sitio viable para su instalación.

El sitio del Proyecto, mantendrá su grado de aislamiento actual, ya que el proyecto contempla la superficie actual de ocupación que tienen las obras preexistentes que serán aprovechadas para realizar la conexión al cable de alimentación. Es innegable que el grado de aislamiento del sitio es moderado, ya que corresponde a un paisaje activo donde se realizan diversas actividades, sin embargo, este no será incrementado por la ejecución del proyecto, si no por el contrario, mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación propuestas en la presente MIA, se pretende minimizar el grado de aislamiento del sitio.

4.5.7. Pronóstico ambiental con la implementación del Proyecto

El proyecto propone la instalación submarina de cables de fibra óptica, a lo largo de una ruta planificada de aproximadamente 99.09 km, a través de las aguas territoriales del Caribe Mexicano y obras terrestre en el territorio de Cancún. En general, este sistema de cable de fibra óptica propuesto tiene dos segmentos de instalación: la ruta marina y el aterrizaje del cable / ruta terrestre.

El proyecto generará empleo y una derrama económica para los pobladores locales tanto en el proceso constructivo, como de una manera permanente asociada a la dinámica

económica mundial, esto mediante prestación de servicios de información, comunicación y avance tecnológico de aplicaciones basadas en internet, las cuales hacen que el tráfico de las comunicaciones crezca a un paso incesante.

Se prevé mantener la buena calidad del suelo y aire, así como del agua marina de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación propuestas. Por lo anterior mencionado, podremos decir que la implementación del Proyecto contribuirá al desarrollo de nuevas telecomunicaciones, sin embargo la implementación del Proyecto deberá realizarse juntos con la aplicación de medida de prevención y mitigación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, a fin de garantizar que su desarrollo no genere impactos que puedan afectar o generar daños mayores a la perturbación presente en el sitio, conservando a su vez el equilibrio ecológico del sistema ambiental.

Con base en lo anterior, puede decirse que la implementación del Proyecto, bajo las condiciones y descripción contenida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, implementando a su vez las medidas de prevención y mitigación propuestas en la misma, podrá desarrollarse acorde al ambiente, garantizando la minimización de los impactos identificados y su ejecución bajo el margen del desarrollo sustentable, por lo que se puede concluir que el presente Proyecto es ambientalmente viable.

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2
5.1. INTRODUCCIÓN 2
5.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO 3
5.2.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica 5
5.2.2. Listas de chequeo 6
5.2.3. Matrices de interacción 9
5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 18
5.3.1 Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos 20
5.3.2 Factores del medio susceptibles de recibir impactos 22
5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 23
5.5. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 27
5.1.1 Impactos residuales 34
5.1.2 Impactos acumulativos 34
5.2 RESUMEN Y CONCLUSIONES 35

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este capítulo se aplicaron técnicas convencionales de Evaluación de Impacto Ambiental para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que podrían ser potencialmente inducidos por el Proyecto en el Sistema Ambiental identificado.

Aun cuando existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de sus efectos ambientales en función de la caracterización de los elementos que integran el ambiente natural y social del área de estudio, interpretar los resultados y con base en ellos establecer las medidas para prevenir los efectos ambientales negativos que pudieran generarse.

Por lo anterior se desarrolló una metodología para estimar los impactos provocados por la ejecución del Proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos. De esta forma el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SA, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental significativo conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)[1].

Los resultados obtenidos se basan en el análisis de la información técnica y ambiental generada a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular en sus capítulos 2, 3 y 4, y que se desglosa a continuación:

- Descripción del proyecto y de sus fases de implementación (Capítulo 2).
- Definición del Sistema Ambiental (Capítulo 4).
- Caracterización de vegetación (Capítulo 4).
- Identificación de usos y aprovechamientos destinados para la zona de influencia del proyecto (Capítulos 2, 3 y 4).
- Sistema de información geográfica.
- Información generada mediante trabajos de campo y verificación (Capítulo 4).

Enseguida se presentan las metodologías de evaluación aplicadas para determinar los impactos y los resultados que arrojaron en el caso particular del Proyecto**.**

[1] IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

5.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO

Dentro del proceso de la identificación de impactos ambientales, las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación, debido a la relevancia de este tipo de impactos en los componentes del entorno. En la literatura especializada (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005) se registran numerosas propuestas que en conjunto se caracterizan por su diversidad, siendo consistentes y coincidentes, muchas de ellas, en que no existe una metodología definitiva para esta identificación, por lo que las ópticas cruzadas y la conjugación de metodologías, disminuyen significativamente la subjetividad del proceso.

Con base en lo anterior para este Proyecto, el análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró los tres niveles ya descritos (elementos, procesos y ecosistemas) y que fue la base para la aplicación de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental (Tabla 5.1):

i) análisis por medio de los sistemas de información geográfica (SIG),

ii) listas de chequeo,

iii) matrices de interacción y

iv) juicio de expertos.

El uso combinado de estas técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto, e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los Sistemas de Información Geográfica fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales en una matriz cuantificable y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión geográfica que pudieran representar riesgos importantes a los ecosistemas; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos a los procesos y los elementos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobreestimación de los mismos otorgando un mayor valor técnico y científico al proceso.

Con los resultados de este análisis se generó la información necesaria para proponer modificaciones de las fuentes generadoras de impactos ambientales negativos, o en su defecto plantear las medidas necesarias para mitigarlos, las cuales se abordan con detalle en el Capítulo 6 de esta MIA-P. Es decir, la identificación de los impactos ambientales, permitió la adecuación del proyecto de tal forma que se garantice el desarrollo de medidas de mitigación y compensación consideradas como parte integral del mismo (SMGS, Capítulo 6). De esta manera se sentaron las bases para garantizar la mínima afectación al Sistema Ambiental (SA) al que pertenece el proyecto, así como el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados en sus áreas de influencia.

Tabla 5.1. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de los mismos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas, presenta algunas desventajas que son importantes considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

Fuente: Generación propia GPPA.

5.2.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth. Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI y planos de usos del suelo y vegetación. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto (Capítulo 4).

- Definición espacial del área de estudio de la presente MIA (Capítulo 4).

El Sistema Ambiental delimitado, tiene una superficie de 200 km^2 aproximadamente, con cobertura vegetal predominante de selva mediana subperennifolia (Figura 5.1). Para determinar los límites del SA del Proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores:

a. Ambientes marinos: Se analizaron los ambientes marinos para identificar unidades naturales distintivitas en la zona donde se ubica el proyecto.

b. Criterios normativos: Se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio aplicables a la zona, como regionalizaciones ambientales.

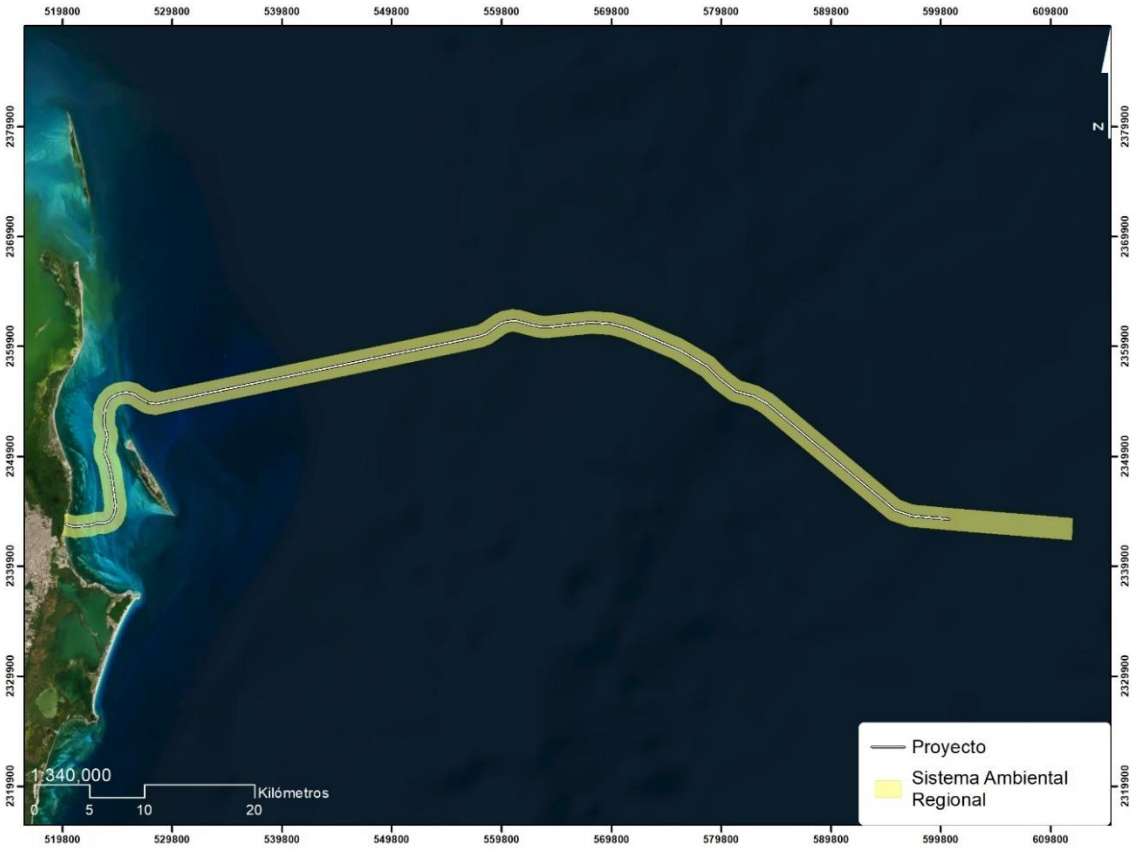
c. Resultados de la caracterización: Se analizaron los resultados de la caracterización ambiental realizada y de los resultados observados en campo, así como del análisis de la imagen satelital de Google Earth disponible.

d. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

Tomando en consideración lo anterior, se concluye que:

El SA del Proyecto corresponde a 200 km^2 que cuenta con una longitud de 99.09 km y en donde, se desarrolla el Proyecto (Figura 5.1).

Figura 5.1. Sistema Ambiental del Proyecto.



5.2.2. Listas de chequeo

Las listas de chequeo se elaboraron a partir de los factores naturales y socioeconómicos del entorno, susceptibles de ser modificados, así como de las acciones en cada fase del proyecto que pudieran generar impactos en dichos factores. Los impactos se dividieron de acuerdo con el nivel y el factor sobre el que inciden.

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de recibir impactos se procedió a elaborar una lista de chequeo por etapa en donde se relacionó cada actividad con los impactos que podrían producir y los factores ambientales que podrían afectar.

A cada impacto se le clasificó como negativo si sus efectos provocaban un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SA o implicaba una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan. En este sentido es importante señalar que, en el ámbito del desarrollo sustentable, se reconoce la necesidad y derecho de aprovechamiento de los recursos naturales, así como la necesidad de impulsar el desarrollo, siempre que este no genere alteraciones al entorno.

Es importante resaltar que la elaboración de las siguientes listas de chequeo se fundamentó no solo en la percepción de las interacciones de los componentes del entorno con el Proyecto, sino también en un detallado análisis de la cartografía temática disponible y el juicio de expertos. Así el proyecto no solo genera información nueva y relevante para el SA, sino que retoma la

información disponible, mediante una retroalimentación científicamente fundamentada, para corroborar o desechar las hipótesis existentes.

En las tablas 5.2 a 5.4. se presentan las listas de chequeo correspondientes a las etapas de preparación, construcción y operación, respectivamente.

Tabla 5.2. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación.

Acción	Factor ambiental	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo y nivelación con equipo topográfico de las áreas de trabajo	Suelo	Características físicas del suelo	Modificación de las características físicas del suelo	n	
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies		p
	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies	n	
Desmonte y despalme	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Atmósfera	Calidad	Modificación dela calidad del aire	n	
	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	
	Paisaje	Calidad	Modificación en la calidad del paisaje	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Instalaciones y obras provisionales	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado de presión hídrica	n	
		Calidad	Modificación de de la calidad del agua	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
			Total	15	9

Tabla 5.3. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Excavación, relleno y nivelación	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	
	Agua	Patrones de infiltración y escorrentía	Alteraciones en los patrones de infiltración y escorrentía	n	
	Aire	Calidad	Disminución de la calidad del aire	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Cimentación	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Estructura	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Calidad	Modificación de la calidad del agua	n	
	Paisaje	Calidad	Modificación en la calidad del paisaje	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Acabados e instalación de servicios	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recusos hídircos	n	
	Socioeconomía	Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Operación de obras provisionales	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
			Total	16	8

Tabla 5.4. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo
Actividades de vivienda,	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
comerciales, recreativas, administrativas y de conservación.	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado de presión hídrica	n	
		Calidad	Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recursos hídricos	n	
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Limpieza y mantenimiento	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire		
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado depresión hídrica	n	
		Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
		Total		9	3

5.2.3. Matrices de interacción

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el SIG. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 del presente estudio.

Se elaboró una primera Matriz denominada de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5.1) en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha Matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta Matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de

interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 5.2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo. El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 5.1) y las listas de chequeo que le dieron origen.

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)[2] y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \qquad \text{Expresión V.1}^3$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - Imin \,/\, Imax - Imin \qquad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.
Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.
Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 5.1 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales

[2] Domingo Gómez Orea (2002), página 330
[3] Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

Matriz 5.1. Identificación de Impactos Ambientales Potenciales para el Proyecto.

	Factor	**Flora marina**	**Fauna marina**	**Sedimentos marinos**	**Agua**	**Aire**	**Paisaje**	**Socioeconomía**		**Impactos por actividad**			
Etapa	Impacto	Afectación temporal de la flora marina	Modificación de la densidad y riqueza de especies	Suspensión y dispersión de sedimentos	Modificación de la calidad del agua	Modificación de la calidad del aire	Modificación temporal del paisaje terrestre y	Beneficio por servicio de telecomunicacione	Generación de empleos directos e	Negativos	Positivos	Total	Ponderación de impactos por etapa
Preparación	Establecimiento de ruta								+	0	1	1	1
Construcción	Instalación de obras marinas	-	-	-	-	-	-		+	-6	1	-5	-6
	Instalación de obras terrestres					-	-		+	-2	1	-1	
Operación y mantenimiento	Mantenimiento preventivo			-	-	-				-3	0	-3	-1
	Operación de cable submarino							+	+	0	2	2	
	Interacciones negativas	1	1	2	2	3	2	0	0	11	NA		
	Interacciones positivas	0	0	0	0	0	0	1	4	NA	5		
	Total de interacciones	-1	-1	-2	-2	-3	-2	1	4	-6			
		TOTAL											
Valor bruto		1	1	2	2	3	2	5		16			
Valor neto		-1	-1	-2	-2	-3	-2	5		-6			
Frecuencia		1	1	2	2	3	2	5		16			
% del total de interacciones		2.50%	2.50%	5.00%	5.00%	7.50%	5.00%	12.50%		40.00%			
% de interacciones efectivas		16.67%	16.67%	33.33%	33.33%	50.00%	12.50%	83.33%		246%			
No. interacciones posibles		40											

Tabla 5.5. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	**2**	**3**
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	**Mediano:** la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Rc)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	**Poco frecuente:** el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	**Medianamente frecuente:** el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	**Muy frecuente:** el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.
Extensión (E)	**Puntual:** El efecto del impacto tiene repercusiones a nivel puntual (zona de influencia directa, espacio físico asociado a la implantación de la infraestructura del proyecto).	**Local:** Los efectos del impacto tienen repercusiones que no van más allá de la zona de influencia indirecta (superficie del proyecto).	**Regional:** Los efectos del impacto tienen repercusiones a nivel regional o del SA.

Fuente: GPPA elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

Matriz 5.2. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales.

Impacto	Signo del efecto	C	A	S	T	Rv	Pi	Pm	Rc	F	E	Incidencia	Índice de Incidencia	Rango
Modificación de la calidad del aire	-	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	15	0.33	D
Suspensión y dispersión de sedimentos	-	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	15	0.33	D
Modificación de la calidad del agua	-	1	3	3	1	2	1	1	1	2	1	16	0.39	NS
Afectación temporal de la flora marina	-	3	1	3	2	2	1	1	1	1	1	16	0.39	NS
Modificación de la densidad y riqueza de especies	-	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	14	0.28	D
Modificación temporal del paisaje terrestre y marino	-	3	3	3	3	1	1	3	1	2	1	21	0.67	NS
Beneficio por servicio de telecomunicaciones	+	3	3	3	3	1	3	1	3	2	1	23	0.78	S
Generación de empleos directos e indirectos	+	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	16	0.39	NS

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la siguiente tabla. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 5.3 (Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Tabla 5.6. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Fuente: Generación propia GPPA.

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

Matriz 5.3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incidencia	índice de incidencia	Significancia
Aire	Modificación de la calidad del aire	-	15	0.33	D
Sedimentos marinos	Suspensión y dispersión de sedimentos	-	15	0.33	D
Agua	Modificación de la calidad del agua	-	16	0.39	NS
Flora marina	Afectación temporal de la flora marina	-	16	0.39	NS
Fauna marina	Modificación de la densidad y riqueza de especies	-	14	0.28	D
Paisaje	Modificación temporal del paisaje terrestre y marino	-	21	0.67	NS
Socioeconomía	Beneficio por servicio de telecomunicaciones	+	23	0.78	S
	Generación de empleos directos e indirectos	+	16	0.39	NS

5.2.3.1 Determinación de la significancia

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. Para poder estimar y medir la alteración de los diferentes componentes ambientales se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios de evaluación utilizados por la comunidad científica. Por ello en esta etapa se requiere de manera más intensiva del juicio de expertos (Gómez Orea 2002).

Criterio jurídico

La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indican que no todos los impactos deben atenderse de la misma manera, sino que es necesario centrar la atención en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello es necesario describir y analizar los criterios que, con base en la definición arriba descrita, se consideraron en este caso.

Para atender el requerimiento de la autoridad, en el capítulo 6 se consideran medidas para evitar, compensar o mitigar todos y cada uno de los impactos ambientales identificados, sin embargo, en este capítulo se hace énfasis en aquellos que son considerados en la legislación.

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, y demás instrumentos jurídicos aplicables para la protección al ambiente, respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre.
- En peligro de extinción.
- Amenazada.
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies, radica en el estatus de protección que le asigne la Norma; así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial. De esta forma, las medidas de mitigación ante tal impacto deberán ser diseñadas conforme a esta lógica, de tal forma que todos los impactos se encuentren atendidos en la justa medida de su significancia.

Igualmente, dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental. Las acciones que se lleven a cabo en las diferentes etapas del proyecto deberán apuntalar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas.

Criterio ecosistémico (integridad funcional)

La *integridad funcional* de los ecosistemas está dada por la interacción entre sus componentes bióticos y abióticos de tal forma que se mantengan las múltiples funciones del ecosistema por tiempo indefinido (Crabbé *et al*. 1999). Callicot *et al*. (1997) la definen también como el conjunto de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas.

El nivel significativo de un impacto según este criterio se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y con ello un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción del gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

La *valoración ambiental* está basada en un enfoque antropocéntrico y utilitario. Aunque no incluye todos los posibles valores, es más amplia de lo que parece y recoge o trata de recoger todos los que contribuyen a la satisfacción o bienestar de la humanidad. El medio ambiente o los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad que determinan su valor y son los siguientes (Linares y López, 2008):

- Fuente de recursos productivos: se puede medir por su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción.
- Sumidero de residuos: contribuyen a la función de producción y se pueden medir a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan.
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción): se deriva del disfrute de los bienes ambientales y puede tener carácter consuntivo (ej. pesca) o no (ej. senderismo), o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (valor de existencia).
- Servicios de soporte a la vida en la Tierra. Regulación del clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes.

Una interpretación errónea del valor ambiental es estimar el mismo a partir del costo de reemplazo; es decir, determinarlo en función de lo que costaría sustituir los servicios del bien ambiental por otros similares, ya que esto no considera un gran número de beneficios que son irremplazables (Linares y López, 2008).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto a partir del conocimiento generalizado existente sobre la importancia del recurso, ambiente o ecosistema para cubrir necesidades humanas o brindar servicios ambientales. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-P.

Criterio de capacidad de carga

La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar.

Cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos del área protegida, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado (Cifuentes 1992).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

En el caso que nos ocupa el Proyecto colindancia con un área natural protegida. Es por ello que la significancia según este criterio se midió en razón de la posible afectación a la

capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales en el SA, de acuerdo con lo establecido en diversas Normas Oficiales Mexicanas.

5.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Para identificar los impactos ambientales de proyectos en zonas costeras de forma realista, funcional y poco subjetiva, éstos deben analizarse bajo la óptica del manejo de ecosistemas costeros. Esto es, considerar a dichos ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos que pueden cambiar como consecuencia de acciones y procesos que incidan sobre componentes de diversos niveles de complejidad; así como incluir la interconectividad e interdependencia de los componentes naturales y enfatizar la importancia de la estructura y función de los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales (Curtin y Prellezo 2010).

Basados en lo anterior se identificaron tres diferentes niveles de complejidad ecológica sobre los cuales pudieran generarse impactos derivados de las acciones del proyecto. Estos niveles son:

Elementos naturales: elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Art. 3º fracción XV).

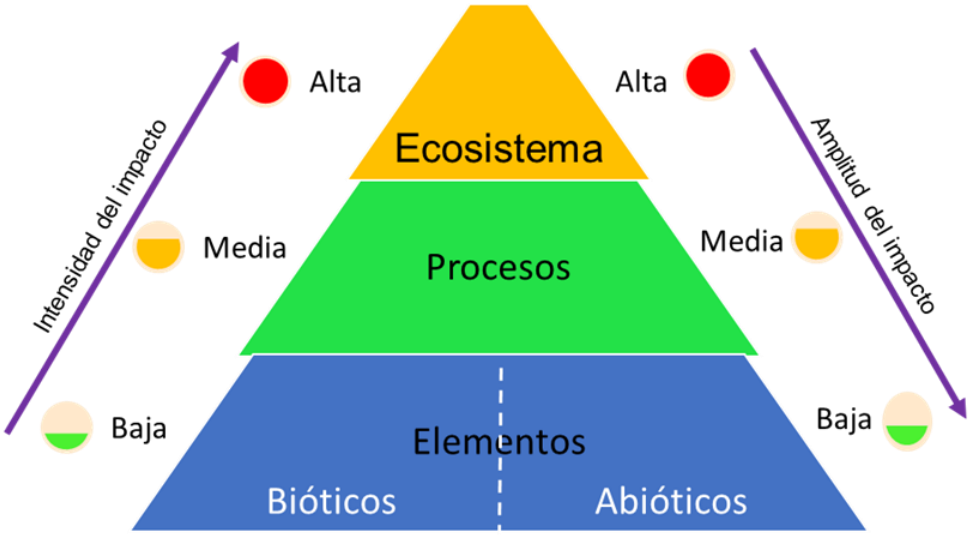
Procesos naturales: serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem *et al.* 1999).

Ecosistemas: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).

La interdependencia entre cada uno de estos niveles permite discriminar los impactos de acuerdo con su intensidad y evita contar dos o más veces un mismo impacto, ya que cuando se afecta un nivel mayor forzosamente hay impactos en los niveles inferiores, que ya no es necesario contabilizar, logrando así una mayor certidumbre y objetividad en el proceso.

La clasificación mencionada también facilita la calificación de los impactos ambientales de acuerdo con su intensidad, ya que impactos más intensos son los que afectan a nivel de función de los ecosistemas, los impactos intermedios son los que solo afectan hasta el nivel de procesos naturales; y los impactos de menor intensidad son los que solo afectan elementos del SA (Figura 5.2).

Figura 5.2 Diagrama conceptual del fundamento ideológico para el proceso de análisis de impactos ambientales para el Proyecto. Se muestra la interdependencia de los 3 niveles de complejidad de los ecosistemas. Los elementos sostienen a los procesos, los cuales determinan las funciones y características particulares de cada tipo de ecosistema.



Fuente: GPPA. Elaboración propia.

Es importante considerar los alcances de la evaluación de impacto ambiental en términos de las diversidades alfa, beta y gamma. La diversidad alfa se define como el número de especies presentes en un lugar (Halffter y Moreno 2005):

En cuanto a la diversidad beta, esta se define como el recambio entre las especies que se da entre dos espacios (dos puntos, dos tipos de comunidad, dos paisajes) al mismo tiempo, o en el mismo espacio a lo largo del tiempo (Halftter y Moreno 2005).

Por último, la diversidad gamma se refiere al número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje, éste último definido como un área terrestre heterogénea pero distinguible, integrada por un conjunto de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar (Forman y Godron, 1986) y que comparten en cierto grado las condiciones ambientales, pero, sobre todo, tienen una historia biogeográfica común (Halffter y Moreno, 2005).

Cada una de estas definiciones puede generar discusiones tanto en términos teóricos como prácticos, que redundan en la dificultad para determinar la intensidad o/y magnitud de un impacto sobre ellas. El tipo de diversidad alfa que se analice (puntual, promedio o acumulada) puede arrojar conclusiones diferentes sobre el efecto de un mismo impacto en una misma comunidad.

Asimismo, la diversidad alfa puede medirse de muchas maneras que no necesariamente son comparables y que pueden generar valores muy distintos, aunque se trate del mismo sitio en el mismo tiempo. La forma de medir esta diversidad dependerá de la extensión que se haya determinado para la muestra territorial, del tipo de especies que se seleccionen como pertenecientes a la comunidad, y del grupo indicador que sea considerado (Halffter y Moreno 2005).

Por otra parte, al analizar los impactos que cualquier perturbación pudiera tener en la diversidad alfa es imprescindible considerar los elementos que pueden influir en el número de especies que se encuentren en un lugar dado, como son: las especies raras, las especies turistas, los fenómenos demográficos, el área que ocupa la comunidad estudiada y la heterogeneidad del paisaje (Halffter y Moreno 2005). El efecto de la perturbación en estos será en gran medida lo que determinará el valor del impacto.

Por todo lo anterior, el presente capítulo se basa en los valores de diversidad alfa reportados en los estudios realizados de manera particular para el Proyecto (Capítulo 4), y evita compararlos con otros de los que se desconozca el tipo de diversidad alfa medida ni los parámetros utilizados, o que se sepa que no son comparables.

Para determinar el impacto del Proyecto sobre la diversidad alfa se analizaron los efectos de las diferentes obras y actividades sobre el área ocupada por la comunidad (magnitud del impacto) y sobre los fenómenos demográficos y la heterogeneidad del paisaje (incidencia). De forma particular se analizaron los efectos del proyecto sobre las poblaciones de especies protegidas según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De igual manera la diversidad beta puede arrojar diferentes conclusiones dependiendo de cómo se haya calculado. En este caso la distancia (tanto espacial como temporal) entre los muestreos es de gran importancia. La medición de la diversidad beta implica dificultades en términos de acceso a sitios adecuados en donde determinar el número de especies y compararlo con el encontrado en comunidades al interior del predio, por lo que en el análisis de impactos no se considera a nivel espacial sino temporal.

Para identificar cambios en la diversidad alfa y beta de los grupos de animales y plantas representativos del estado de conservación de las comunidades que se desarrollan en el área de influencia del proyecto, se propone la realización de monitoreos de vegetación y de fauna, los cuales se explican con detalle en el Capítulo 6 de esta MIA-P.

5.3.1 Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos

Para efectos de la EIA se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Las acciones se identifican a partir de cada una de las diferentes obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del Proyecto.

Para la evaluación de impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto se consideraron las siguientes obras y actividades (Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Obras y actividades consideradas para la evaluación de impactos ambientales del proyecto.

Obras	Cable submarino
	Pozo de amarre BMH
	Punto de conexión en tierra
Actividades	Establecimiento de ruta
	Instalación de obras marinas
	Instalación de obras terrestres
	Mantenimiento preventivo

Una vez definidas las obras y actividades que conforman el proyecto, se analizaron las acciones generadoras de impactos, entendidas como las posibles causas simples, precisas, localizadas y bien determinadas de impacto ambiental.

Las acciones identificadas se clasificaron dentro de tres categorías: extracción, cuando la acción implica el explotar algún recurso; ocupación, cuando la acción implica el uso del espacio; y emisión de efluentes, cuando la acción implica emitir líquidos, sólidos o gases al ambiente (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013).

Asimismo, se identificó la etapa del proyecto en la cual se llevarán a cabo cada una de las acciones derivadas de cada obra o actividad; los *momentos o etapas* de desarrollo considerados para el proyecto fueron los siguientes:

- *Preparación del sitio*, que consiste en las labores necesarias para el acondicionamiento del terreno que permitan su uso de acuerdo al objetivo planteado. Generalmente no representa la construcción o instalación de infraestructura, aunque si requiere de la intervención de la zona de influencia directa.

- *Construcción*, que consiste en todas las actividades necesarias para el desarrollo de las obras físicas sobre el terreno y que se caracteriza por una fuerte actividad sobre el predio y la zona.

- *Operación y mantenimiento*, que consiste en las actividades necesarias para hacer funcionar y mantener en buen estado las obras del proyecto, así como en las labores de seguimiento y monitoreo.

- *Abandono*, que comienza a partir de que cesan cualquier tipo de actividades relacionadas con el proyecto en el predio y consiste en las acciones necesarias para evitar cualquier impacto ambiental relacionado con las instalaciones fuera de uso.

Como resultado de lo anterior se identificaron **4 acciones** derivadas del desarrollo del proyecto, correspondientes a **obras y actividades**, y que podrían causar impactos al ambiente en una o varias fases del mismo (Tabla 5.8).

Tabla 5.8. Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto, que podrían causar impactos al ambiente de acuerdo con la(s) fase(s) en la(s) que se realizarán.

Etapa	Acción	Sub acciones
Preparación	Establecimiento de ruta	1. Estudios especializados.
Construcción	instalación de obras marinas	1. Uso de barco cablero 2. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos, líquidos y de manejo especial 3. Mantenimiento y resguardo de maquinaria
Construcción	Instalación de obras terrestres	1. Delimitación del área de zanjas 2. Movimiento de sedimentos o arena (cable y zonas circundantes) 3. Generación y majeo de residuos sólidos urbanos, líquidos y de manejo especial. 4. Circulación de vehículos 5. Tránsito o presencia de personas
Operación y mantenimiento	Mantenimiento preventivo	1. Uso de barco cablero 2. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos, líquidos y de manejo especial

5.3.2 Factores del medio susceptibles de recibir impactos

Se denomina factor ecológico a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características físico-químicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz 2001). Para efectos del análisis de impactos ambientales, también se consideraron como factores los elementos socioeconómicos ya que son parte primordial de los procesos de degradación y conservación de los recursos.

Se define como entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social.

Por último, un impacto ambiental es una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA Art. 3º fracción XIX).

Con base en lo anterior, para la evaluación de los impactos ambientales fue necesario identificar, de acuerdo con el diagnóstico del SA (Capítulo 4), cada uno de los factores del entorno que pudieran resultar afectados de manera significativa por las obras o actividades del proyecto. Dichos factores se clasificaron en alguno de los tres niveles de complejidad ecológica descritos en el apartado 5.2 (elementos, procesos y ecosistemas).

Posteriormente se aplicaron las técnicas de análisis de impactos ambientales para identificar las interacciones entre los factores susceptibles y las acciones generadoras de impactos. De esta forma fue posible interpretar el comportamiento del SA para definir medidas de mitigación y compensación (detalladas en el capítulo 7) que fueran congruentes con los impactos ambientales detectados y con las condiciones del SA.

Con base en la estrategia antes mencionada, en total se identificaron 9 factores susceptibles de recibir impactos en el SA, de los cuales 7 son elementos y 2 procesos (Tabla 5.9).

En la Tabla 5.9 se enlistan los factores del entorno, divididos en elementos, procesos y ecosistemas, seleccionados por su relevancia para la identificación y análisis de impactos. También se muestran las propiedades de cada factor que deberán medirse durante todas las fases del proyecto ya que funcionan como indicadores del estado del SA para el Sistema de Manejo Gestión Sostenible (SMGS-TAF-MX ver Capítulo 6), de acuerdo con lo recomendado por los diferentes especialistas que participaron en los estudios para el proyecto.

Tabla 5.9. Factores del medio en el SA susceptibles de recibir impactos por el desarrollo del proyecto y sus propiedades a medir para monitorear su estado.

Escala	Factor	Propiedades a medir
Elementos	Agua	Calidad del agua
	Aire	Calidad del aire
	Fauna marina	Densidad y riqueza y especies enlistadas en la NOM-059
	Vegetación marina	Abundancia y distribución y especies enlistadas en la NOM-059
	Sedimentos marinos	Calidad, volumen extraído y superficie afectada.
	Paisaje terrestre	Calidad paisajística visual
	Paisaje marino	Calidad paisajística visual
Procesos	Sedimentos marinos	Tasa de sedimentación
	Socioeconomía (creación de empleos temporales y derrama económica)	Número de empleos temporales
Ecosistema	No aplica	No aplica

5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

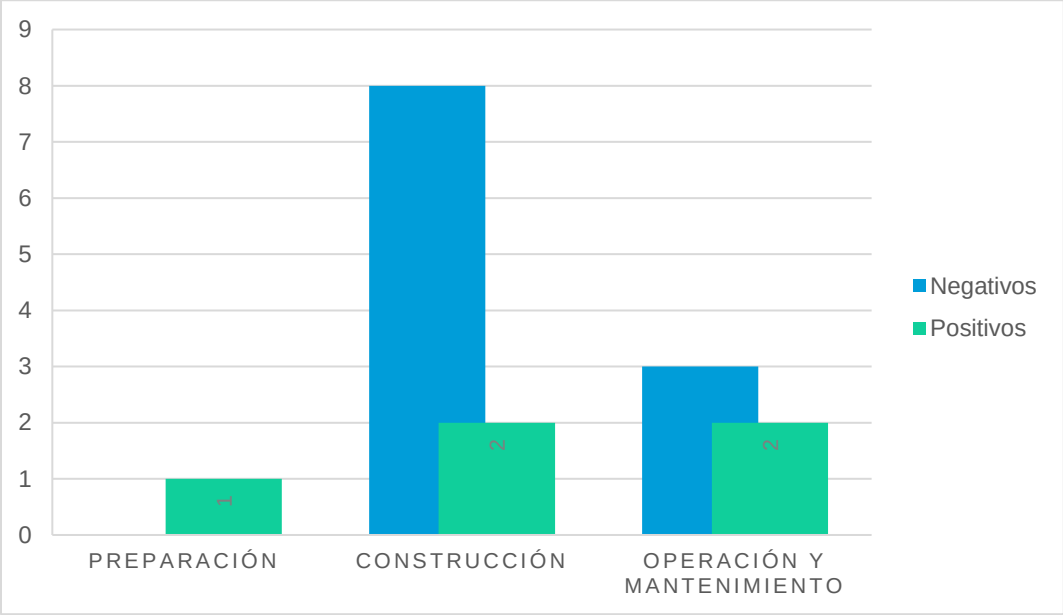
En las listas de chequeo se presenta el análisis objetivo de los factores del entorno susceptibles de ser impactados y los tipos de impactos que podrán ser generados por cada actividad del proyecto. Esta lista es de gran certidumbre ya que en su realización se consideró el juicio de los expertos participantes en la EIA de proyectos similares desarrollados en otros puntos del país, o de tipo turístico desarrollados en el mismo SA, así como los análisis de múltiples estudios realizados en la zona.

Considerando que las listas de chequeo y matrices de interacción tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, estos tipos de impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados a dichas listas y matrices como factores de impacto ambiental a valorar. A continuación, se presenta el análisis de resultados para las obras y actividades derivadas del desarrollo del proyecto.

Con base en el número de obras y/o actividades que se evaluaron, y en el número de impactos probables a los diferentes factores del medio identificados, se obtuvo un número máximo de 40 interacciones posibles. Sin embargo, el desarrollo del proyecto solo generará 16 interacciones, que representan el 40% del total de interacciones posibles.

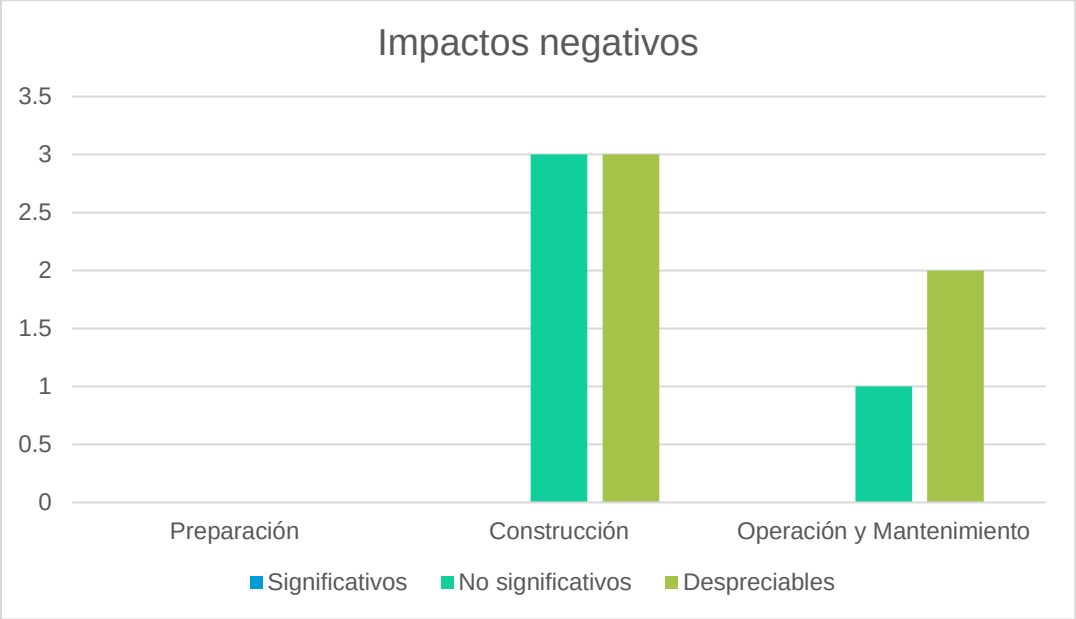
Del total de interacciones identificadas 11 (equivalente al 68.75%) serán negativas y 5 (equivalente al 31.25%) serán positivas. La etapa que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción, con 8 que equivalen al 80% de los impactos generados en dicha etapa. La etapa de preparación generará 0 impactos negativos; y la etapa de operación y mantenimiento generará 3 impactos negativos, que representan el 60% de los que serán generados en ese periodo (Figura 5.3).

Figura 5.3 . Número de impactos negativos y positivos que se espera sean generados en cada etapa de desarrollo del proyecto.



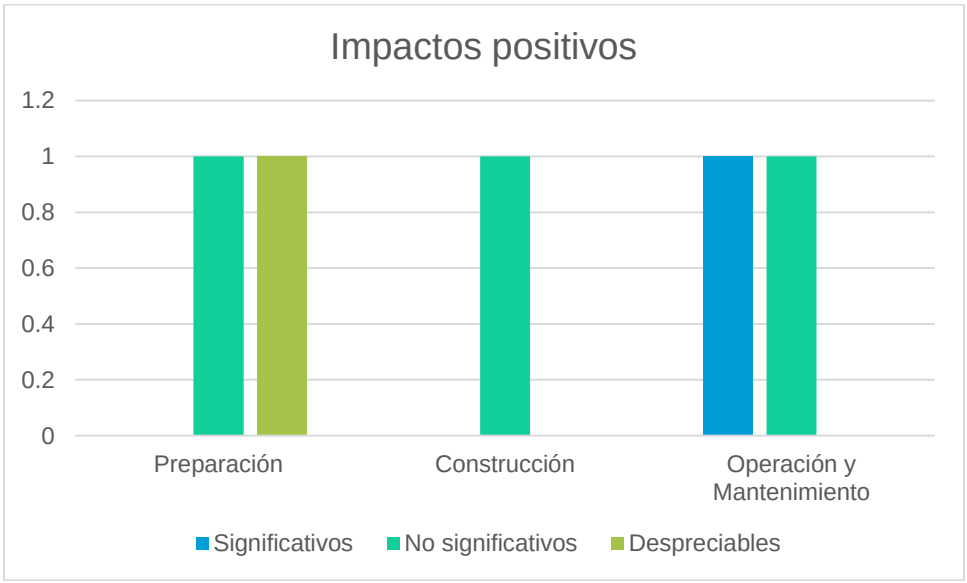
La etapa que generará el mayor número de impactos negativos no significativos será durante la etapa de construcción. La etapa de operación no generará impactos negativos significativos (Figura 5.4).

Figura 5.4. Número de impactos negativos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.



En cuanto a los impactos positivos, la etapa de operación será la que genere el mayor número. Esta etapa también será la que generará el mayor número de impactos positivos significativos, mientras que las otras dos etapas no generarán ningún impacto de este tipo (Figura 5.5).

Figura 5.5. Número de impactos positivos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.



El factor del medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire; sin embargo, los impactos recibidos por este factor serán despreciables o no significativos.

Del total de impactos identificados, tanto negativos como positivos, el 88% serán directos, el 75% serán acumulativos, el 63% serán sinérgicos, el 25% serán de largo plazo. El 88% de los impactos serán de aparición irregular. El 13% serán permanentes. Por último, el 100% de los impactos serán de extensión puntual.

5.5. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se presenta una breve descripción de los impactos ambientales identificados. El sustento de esta información se encuentra en el presente capítulo, así como en los capítulos 2,3 y 4 de esta MIA-P.

a) Aire

<table>
<tr><td>Impacto</td><td colspan="2">Modificación de la calidad del aire</td><td>Signo</td><td>Negativo</td><td>Factor afectado</td><td>Aire</td></tr>
<tr><td>Índice de incidencia</td><td colspan="2">0.33</td><td colspan="2">Significancia</td><td colspan="2">Despreciable</td></tr>
<tr><td colspan="7">Actividades generadoras del impacto por etapa y obra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Preparación</td><td colspan="2">Construcción</td><td colspan="3">Operación y mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">1.Instalación de obras marinas
2. Instalación de obras terrestres</td><td colspan="3">1. Mantenimiento preventivo</td></tr>
<tr><td>Descripción del impacto</td><td colspan="6">Este impacto se generará en la etapa de Construcción del Proyecto y durante la Operación y Mantenimiento por las actividades que contemplan el tránsito de embarcaciones o maquinaria. De manera temporal se provocará una modificación temporal en la calidad del aire por las emisiones de las embarcación y maquinaria.

Este impacto se calificó como despreciable, ya que la afectación por el Proyecto será puntual, recuperable y reversible. Entre las medidas de prevención de este impacto se encuentra:
• La verificación del cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto.
• Mantener vehículos, maquinaria o equipo apagados cuando no estén en uso.
• Programas de mantenimiento en buen estado de la maquinaria para evitar elevadas emisiones de gases de combustión durante las operaciones</td></tr>
</table>

b) Sedimentos marinos

Impacto	Suspensión de sedimentos	Signo	Negativo	Factor afectado	Sedimentos marinos
Índice de incidencia	0.33	Significancia	Despreciable		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento			
	1.Instalación de obras marinas	1. Mantenimiento preventivo			
Descripción del impacto	Este impacto se generará en la etapa de Construcción del Proyecto durante la Operación y mantenimiento por las actividades que contemplan la remoción de sedimentos marinos para el enterramiento el cable. De manera temporal y solo en la superficie de Influencia Directa se provocará una suspensión de sedimentos. Previo al enterramiento del cable con el arado, se realiza la actividad de limpieza de ruta, acción negativa, ya que causa dispersión de los sedimentos. Las operaciones son conducidas desde el buque de instalación que es capaz de avanzar a baja velocidad con buen control de posicionamiento de manera que la dispersión de sedimentos es casi nula. Por otro lado, los sedimentos más pesados rápidamente sedimentan, pero los sedimentos finos, permanecen en suspensión y estos son transportados por las corrientes y oleajes cubriendo grandes áreas y generando turbidez, y aumentando la concentración de los sólidos suspendidos, sobrepasando la condición natural. El impacto que producirá es físico disminuyendo la transparencia de la columna de agua, lo que tendrá una duración limitada, máxime que serán fundamentalmente fracciones de arena fina, que por la profundidad, gravedad y densidad sedimentarán rápidamente, en el mismo sitio. Este impacto se calificó como despreciable, ya que la afectación por el Proyecto será puntual. Las medidas de prevención de este impacto se encuentran descritas en el Programa de Protección del Fondo Marino.				

c) Agua

Impacto	Modificación de la calidad de agua	Signo	Negativo	Factor afectado	Agua
Índice de incidencia	0.39	Significancia	No significativo		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento			
	1.Instalación de obras marinas	1. Mantenimiento preventivo			
Descripción del impacto	Este impacto se generará en la etapa de Construcción del Proyecto, así como durante la Operación y mantenimiento por las actividades que contemplan las operaciones de enterrado del cable submarino ya que se puede afectar la calidad del agua de mar por la generación de residuos. Sin embargo, este impacto se generará solo de manera temporal y en la superficie de Influencia Directa. Las medidas de prevención de este impacto se encuentran descritas en el Programa Manejo Integral de Residuos.				

d) Flora marina

Impacto	Afectación temporal de la flora marina	Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna marina
Índice de incidencia	0.39	Significancia	No significativo		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento			
	1.Instalación de obras marinas	.			
Descripción del impacto	Este impacto se generará en la etapa de Construcción del Proyecto por las actividades que contemplan la remoción de flora marina por el enterramiento del cable o bien su afectación por la colocación en los tramos de mayor profundidad. De manera directa se podrá afectar individuos de especies de fauna sésiles, sean de pequeño tamaño o de lento desplazamiento. Este impacto se calificó como no significativo, ya que la afectación por el Proyecto será puntual limitándose únicamente a zona de influencia directa donde se identificó la presencia de flora marina. Sin embargo, se considera que podrá prevenirse y mitigarse por medio de labores de rescate que serán implementadas. Entre las medidas de mitigación, destaca que se pondrá especial atención en el rescate manual de las especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (TABLA 5.3). Los detalles sobre la técnica para realizar dicho rescate se encuentran en el capítulo 6. La ejecución de estas actividades será realizada por un equipo de técnicos especializados.				

Tabla 5.10. Listado de especies endémicas y en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas dentro del área del proyecto

Nombre científico	Categoría de Protección			
	A	Pr	P	Proyecto
Thalassia testudinum (Pasto marino de tortuga)		X		X
Syringodium filiforme (Pasto marino de manatí)	X			X
Halodule wrightii (Pasto marino somero)	X			X

e) Fauna marina

Impacto	Modificación de la densidad y riqueza de especies	Signo	Negativo	Factor afectado	Fauna marina
Índice de incidencia	0.28	Significancia	Despreciable		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		1.Instalación de obras marinas		.	
Descripción del impacto	Este impacto se generará en la etapa de Construcción del Proyecto por las actividades que contemplan el tránsito de embarcaciones o presencia de personas. De manera temporal se provocará pérdida o desplazamiento de individuos marinos debido a que serán afectados por la presencia humana, la maquinaria, el tránsito de la embarcación, la iluminación o el ruido. De manera directa se podrá afectar individuos de especies de fauna sésiles, sean de pequeño tamaño o de lento desplazamiento. La mayoría de los ejemplares migrarán a otras áreas debido a la pérdida o alteración de su hábitat. Este impacto se calificó como despreciable, ya que la afectación por el Proyecto será puntual, sin embargo, se considera que podrá prevenirse y mitigarse por medio de labores de rescate de fauna que serán implementadas. Entre las medidas de mitigación, destaca que se pondrá especial atención en el rescate manual de las especies que se encuentren catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como en los individuos de especies de lento desplazamiento o sésiles. Los detalles sobre la técnica para realizar dicho rescate se encuentran en el capítulo 6. La ejecución de estas actividades será realizada por un equipo de técnicos especializados en las técnicas de captura de vida silvestre, como biólogos y médicos veterinarios.				

f) Paisaje terrestre y marino

Impacto	Modificación temporal del paisaje terrestre y marino	Signo	Negativo	Factor afectado	
Índice de incidencia	0.67	Significancia	No significativo		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación		Construcción			
		1. Instalación de obras marinas. 2. Instalación de obras terrestres			
Descripción del impacto	Este impacto será producido por las actividades en la etapa de construcción, se trata de aquellas vinculadas con una discontinuidad visual ya sea por la presencia de maquinaria o por la sustitución por las estructuras del proyecto, que constituirán un nuevo elemento paisajístico. Respecto al contexto en el que se pretende inserta el proyecto, se ha identificado en el capítulo 4. Este impacto se evaluó como no significativo. Las medidas de mitigación para este impacto consistirán en el apego puntual al ´programa de trabajo y la ruta previamente establecida para evitar prolongar las afectaciones al paisaje. Sin embargo, la pérdida de continuidad entre los ecosistemas naturales no podrá evitarse.				

g) Socioeconomía

Impacto	Beneficio por servicio de telecomunicaciones	Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía
Índice de incidencia	0.78	Significancia	Significativo		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento			
		1. Operación del cable submarino			
Descripción del impacto	Este impacto se generará en la etapa de Operaciones, al alcanzar el objetivo del Proyecto. Se refiere a la ampliación en el servicio de telecomunicaciones que se generará por el funcionamiento del cable.				

Impacto	Generación de empleos directos	Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía
Índice de incidencia	0.39	Significancia	No significativo		
Actividades generadoras del impacto por etapa y obra					
Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento			
1. Establecimiento de ruta	1.Instalación de obras marinas 2. Instalación de obras terrestres	1. Operación de cable submarino			
Descripción del impacto	El desarrollo del proyecto generará nuevos empleos temporales (directos e indirectos), así como derrama económica, durante todas sus etapas. Lo anterior, debido a que su implementación derivará en la demanda de insumos y de servicios. En este sentido, se evaluó como un impacto positivo No significativo por considerarse directo, acumulativo y periódico, pero no de largo plazo. Aunado a esto, el número de empleos será variable a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, llegando a un clímax en la etapa de construcción. Respecto a la creación de empleos directos e indirectos vinculada al proyecto, se estima que se requerirá de al menos 115 trabajadores para las tres etapas del proyecto.				

5.1.1 Impactos residuales

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Art. 3 Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el "costo ambiental" del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SA.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 7.

De acuerdo con los resultados del análisis de impactos ambientales, se identifica 1 impacto residuales positivo:

- Beneficio por servicio de telecomunicaciones

5.1.2 Impactos acumulativos

En atención a lo que establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan 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 (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originadas por efectos aditivos, considerando que el proyecto no es la única fuente de cambio en el SA. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

En este contexto, la CONABIO aporta datos útiles sobre la problemática ambiental actual en el área del Proyecto a través de su Programa de Identificación de Regiones Prioritarias. El objetivo principal de este ejercicio es "incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis" (CONABIO 2008).

Con la información anterior y la presentada en cada una de las fichas correspondientes a los impactos no significativos, se explica el por qué se calificó como acumulativos a los siguientes impactos negativos:

- Modificación de la calidad del aire.
- Suspensión y dispersión de sedimentos.
- Modificación en la calidad del agua.
- Modificación temporal del paisaje terrestre y marino.
- Beneficio por servicio de telecomunicaciones.
- Generación de empleos directos e indirectos.

Del total de impactos acumulativos identificados solo uno presenta un índice de incidencia que los califica como significativo. El resto de los impactos acumulativos se calificaron como no significativos.

La mayoría de los impactos negativos acumulativos que serán generados por el proyecto son mitigables o prevenibles, por lo que éste aplicará diversas medidas para reducirlos al mínimo. Sin embargo, es importante resaltar que, para obtener una disminución de los impactos acumulativos, es indispensable que las autoridades de los tres niveles de gobierno establezcan de manera coordinada normas que regulen su generación, así como límites claros y medibles, que impliquen a todos los posibles generadores de dichos impactos.

5.2 RESUMEN Y CONCLUSIONES

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del proyecto, no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el predio y el Sistema Ambiental (SA). De igual forma, se concluye que:

- El desarrollo del proyecto generará 11 interacciones negativas y 5 positivas, entre las obras y actividades y los factores del medio.

- La etapa que generará el mayor número de impactos negativos será la de construcción.

- La etapa de operación y mantenimiento será la que genere el mayor número de impactos positivos.

- La actividad que generará el mayor número de impactos negativos será la instalación de obras marinas.

- Los factores del medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire, el paisaje, el agua y los sedimentos marinos.

- El factor del medio que recibirá el mayor número de impactos positivos será la socioeconomía.

- El único impacto significativo será la generación de empleos directos e indirectos.

- Se identificaron 6 impactos acumulativos como consecuencia del desarrollo del proyecto, de los cuales 1 se calificó como significativo.

En resumen, el proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y el SA y c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el predio y el SA; y que por lo tanto es procedente.

En el siguiente capítulo, se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Supervisión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos[4] que afecten la continuidad de los procesos naturales del SA evaluado.

[4] LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII.-** Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 6: MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 2

6.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN SOSTENIBLE 4

6.2. INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLE SY SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN SOSTENIBLE..... 5

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 6

6.3.1 PRGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL..... 6

6.3.2 PROGRMA DE PREVENCIÓN, RESCATE Y MONITOREO..... 8

6.3.3 PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS (PMIR) 9

6.3.4 Programa de Emisiones a la Atmosfera (PEA)..... 11

6.3.5 PROGRAMA DE SEGURIDAD Y ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES (PSACA)..... 11

6.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 12

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que:

"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."

En este sentido, y en cumplimiento con el artículo antes mencionado, en el Capítulo 5 de esta MIA-P se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en su zona de influencia. Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Como un compromiso formal en la búsqueda de la implementación y desarrollo sustentable del Proyecto, el Promovente, a través de un trabajo en conjunto con un grupo de especialistas en las áreas de ecología y manejo de la zona costera; planificación y sistemas de manejo ambiental, evaluación de impacto ambiental, sistemas de información geográfica, caracterización ambiental y geografía, ecología y manejo de recursos naturales, hidrogeología, arquitectura sustentable, ecología y manejo de fauna terrestre; y derecho ambiental; diseñaron y establecieron a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral, el Sistema de Manejo y Gestión Sostenible del Proyecto TAF-MX (SMGS-TAF-MX), el cual establece una serie de programas que contienen las acciones que serán establecidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, en cumplimiento al Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

El Sistema de Manejo y Gestión Sostenible del Proyecto (SMGS-TAFSMX), que se propone y somete a consideración de la H. Autoridad, es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto tenga el carácter de un complejo responsable y sustentable.

- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente MIA-P.

- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos

en el Programa de Ordenamiento aplicable al proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.

- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

El SMGS-TAFSMX funciona a partir de Programas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Cada Programa a su vez engloba series más pequeñas de acciones dirigidas hacia un objetivo particular denominadas Subprogramas.

Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate se han empleado los siguientes criterios de clasificación:

De prevención (P): acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental

De mitigación (M): acción que pretende atenuar los impactos ambientales.

De compensación (C): acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.

Asimismo, las acciones se clasificaron de acuerdo a su incidencia sobre los impactos identificados de la siguiente manera:

Directa (D): acción que pretende prevenir o mitigar un impacto identificado en el lugar y el momento en que se podría producir; por ejemplo, disminución en el consumo de energía en un periodo dado.

Indirecta (I): acción que pretende prevenir o mitigar impactos, identificados o no, en un lugar y/o momento distinto al lugar y/o momento en que son generados, o compensar un impacto en un lugar diferente al afectado; por ejemplo, impartición de pláticas de educación ambiental para inducir cambios en la actitud de los empleados hacia la fauna silvestre.

6.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN SOSTENIBLE

El diseño del SMGS-TAFSMX comprende 6 Programas, cuya descripción, finalidades, estrategias y acciones se describen más adelante en este capítulo (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Diseño del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto.

Programa	Clave
Supervisión ambiental	PSA
Prevención, recate y monitoreo	PRM
Manejo Integral de Residuos	PMIR
Emisiones a la Atmosfera	PEA
Seguridad y Atención Contingencias Ambientales	PSACA
Restauración del fondo marino	RFM

El Programa de Supervisión Ambiental funciona como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los Programas, para garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad. El resto de los Programas y sus respectivos Subprogramas contienen medidas que inciden directamente sobre alguno de los impactos identificados, así como medidas que se enfocan en generar conciencia en los actores que producen dichos impactos y así disminuirlos.

Mediante la implementación de las acciones que permiten cumplir los objetivos de cada uno de los Programas y Subprogramas del SMGS-TAFSMX, se prevendrán, mitigarán y/o compensarán los impactos identificados en el Capítulo 5 del esta MIA-P. La relación entre los Subprogramas del SMGS-TAFSMX y los impactos sobre los que inciden se muestra en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Matriz de Programas del SMGS-TAF-MX e impactos sobre los que inciden las acciones que engloban.

PROGRAMAS DEL SMAGA	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS							
Clave	Modificación de la calidad del aire	Modificación de la calidad del agua	Pérdida de cobertura vegetal	Modificación de los sedimentos marinos	Modificación en la distribución de especies	Generación de empleos directos e indirectos	Modificación del paisaje marino	Beneficio por servicios de telecomunicaciones
PSA	X	X	X	X	X	X	X	X
PMIR	X	X		X			X	
PEA	X							
PSACA	X	X	X	X	X		X	

6.2. INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLE SY SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN SOSTENIBLE

El SMGS-TAFSMX, es un instrumento de autocontrol que será implementado por el Proyecto, que tiene como eje rector principal la legislación ambiental aplicable en todos los niveles de gobierno. Por ello, cada Programa y Subprograma se ha diseñado de tal forma que cumpla con lo establecido en las leyes, reglamentos y normas a las que deba sujetarse el proyecto (Tabla 6.3).

Tabla 6.3. Vinculación de los Programas y Subprogramas del SMGS-TAF-MX con los instrumentos normativos en materia de impacto ambiental aplicables para el Proyecto.

Normas y Leyes	Vinculación con el SMGS-PTP	Etapas del proyecto	
	Programa	P / C	O / M
MANEJO DE RESIDUOS			
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	PSA y PMIR	x	x
Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo y su Reglamento	PSA y PMIR	x	x
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	PSA y PMIR	x	
PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA			
Ley General de Vida Silvestre	PSA y PMIF	x	x
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.	PSA	X	x
Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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.	PSA	x	x
ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.	PSA	x	x
EMISIONES A LA ATMÓSFERA			
NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	PSA y PEA	x	

NOM-045-SEMARNAT-2006, 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. OTRAS	PSA y PEA	x	
NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar.	PSA y PSACA	x	x
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	PSA y PSACA	x	

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

6.3.1 PRGRAMA DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

La Supervisión Ambiental, en conjunto con el equipo de instalación, estará presente durante todo el proceso y realizará inspecciones post-colocación para identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata. Entre estos posibles impactos está la resuspensión excesiva de sedimentos y su migración a zonas vecinas a través del cual se deberá inducir antes y durante el proceso de instalación. Este deberá ser coordinado por un grupo de especialistas en materia ambiental.

Las acciones consideradas en el este programa, se describen a continuación.

Acción 1	P	C	O
Las actividades asociadas al Proyecto serán supervisadas por un Auditor ambiental debidamente certificado.	x	x	x
Acción 2	P	C	O
Antes de cualquier actividad de buceo, el auditor ambiental capacitará al personal que trabajará en el área, para la intervención en caso de que exista riesgo de afectar a algún organismo marino enlistado bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, marino bentónico sésil o semisésil o tortugas marinas que pudiese observarse durante los trabajos y para brindar la información más relevante en cuanto a fragilidad de ecosistemas u organismos presentes en la zona.	x	x	x
Acción 3	P	C	O
Supervisión del proceso de profundización del cable de fibra óptica en la zona terrestre y marina somera correspondiente, así como la instalación de ductos, BMH y el sistema de aterramiento.		x	
Acción 4	P	C	O
Al final de las operaciones, la supervisión ambiental, en conjunto con el equipo de instalación, realizarán recorridos a lo largo de la zona somera del cable; para dar constancia del retiro de cualquier material	x	x	x

o herramienta que accidentalmente haya quedado en el lugar, que en algún momento pudieran afectar a la comunidad bentónica.			
Acción 5	P	C	O
Elaboración de una bitácora diaria en donde se describe el trabajo de instalación y supervisión ambiental, así como una evaluación de impactos por día. Esto incluirá registros fotográficos.		x	
Acción 6	P	C	O
Recorridos finales para verificar las condiciones finales del proceso de profundización del cable en la zona terrestre y marina somera y limpieza del sitio.		x	
Acción 7	P	C	O
Verificación del cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de todos los involucrados en el desarrollo del proyecto	x	x	x
Acción 8	P	C	O
Las operaciones de instalación del cable serán conducidas desde el buque de instalación que: • Avanzará a baja velocidad • Empleará control de posicionamiento para verificar la ruta.		x	
Acción 9	P	C	O
		x	
Se evitará la realización de cualquier actividad vinculada con el proyecto durante la temporada de arribazón y anidación de tortuga marina. En caso de que sea inevitable realizar trabajos durante esta temporada, se tomarán las siguientes medidas: i. Retirar los objetos movibles que pudieran afectar a las tortugas y sus crías. ii. Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa. iii. Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa. iv. Mantener fuera el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.			

Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental del Proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este SMGS-TAFSMX.

Dichas acciones las llevarán a cabo supervisores ambientales calificados, quienes deberán realizar visitas regulares para inspeccionar que las actividades que formen parte del Proyecto se realicen acorde a lo autorizado y anotarán en una *Bitácora de Supervisión*

Formal todo lo observado durante estas visitas. La información asentada en la bitácora será la base para los reportes periódicos de cumplimiento del Proyecto.

Para facilitar el logro de los objetivos del Programa se proponen herramientas que podrán usarse durante las diferentes fases del Proyecto, según resulte conveniente. Las herramientas propuestas son:

- Lista de chequeo de obligaciones ambientales.
- Auditoría ambiental
- Agenda ambiental
- Calendario ambiental

Los indicadores de cada una de las acciones propuestas, se muestran a continuación:

Acción 1.
Contrato de prestación de servicios del Auditor debidamente certificado.
Acción 2.
Bitácoras de capacitación al personal, previo a las actividades de instalación.
Acción 3, acción 4 y acción 5
Bitácora de supervisión de actividades.

6.3.2 PROGRMA DE PREVENCIÓN, RESCATE Y MONITOREO

Este programa pretende generar una herramienta que permita comprobar la condición de los componentes ambientales identificados y evaluados en el presente estudio de manera previa, simultánea y posterior a la instalación del cable submarino de modo que considera la implementación de las siguientes acciones:

Acción 1	P	C	O
Estudio de Monitoreo Ambiental para la Zona de Influencia Directa Marina y Terrestre del Proyecto antes, durante y posterior a que se finalice el proceso de instalación consistente en los siguientes estudios: a) Caracterización de biota marina. b) Inspección en la zona de playa afectada de manera temporal durante el proceso de instalación y sitios de ubicación del cable y sistema de aterramiento.			x
Acción 2	P	C	O
Elaboración de informe de resultados y cumplimiento de términos y condicionantes ambientales en caso de resultar autorizado el Proyecto.			x
Acción 3	P	C	O
En su caso, propuesta de remediación si los resultados obtenidos en materia ambiental del proceso de instalación, no sean los esperados.			X
Acción 4	P	C	O

La (s) embarcación (es) de calado mayor que depositarán el cable deben permanecer en aguas profundas, evitando así el riesgo de accidentes, así como la resuspensión de sedimentos en zonas someras a causa de las propelas.		x	
Acción 5	P	C	O
Las maniobras a realizar en las zonas someras serán llevadas a cabo mediante embarcaciones de pequeño y mediano calado.		x	
Acción 6	P	C	O
En las zonas someras, el cable será depositado con la ayuda de flotadores, los cuales serán desinflados paulatinamente para lograr un descenso controlado del cable.		x	
Acción 7	P	C	O
Durante las maniobras en aguas someras, la Supervisión Ambiental fungirá como auditor ambiental interno, que podrá realizar recomendaciones sobre la ubicación final del cable. Posteriormente se realizará un recorrido final en la zona somera para confirmar que el proceso de tendido haya sido el adecuado y comprometido en la presente MIA-P.		x	
Acción 8	P	C	O
El equipo de Supervisión Ambiental realizará colectas manuales de los individuos más conspicuos a lo largo de la ruta que seguirá el cable, en zonas donde la profundidad y características del sitio lo permitan. Los ejemplares serán reubicados en la zona aledaña al área de colecta, en sitios libres de riesgo para los mismos. Se dará especial importancia a los que pertenezcan a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrados a lo largo de la ruta del cable, que puedan ser reubicados.		x	
Acción 9	P	C	O
La superficie con presencia de alguna especie de pastos marinos: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* que resulte temporalmente afectada por la instalación del cable, será restaurada en su totalidad buscando una restauración o reubicación 1:1 de la superficie afectada.	x	x	

6.3.3 PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS (PMIR)

Considerando que todas las actividades que serán desarrolladas durante las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento del Proyecto serán propensas a generar residuos sólidos urbanos, cuyos efectos potenciales incluyen la contaminación del agua y los sedimentos marinos, se propone la implementación del programa en cuestión con los siguientes objetivos:

- Disminuir al máximo los riesgos de contaminación de sedimentos marinos por la implementación de las actividades propias del Proyecto.
- Implementar de manera efectiva medidas de mitigación en materia de residuos, mismas que se apegarán a la legislación aplicable.

Además, busca que el manejo integral de los residuos generados por la implementación y desarrollo del Proyecto en sus distintas etapas, así como cada uno de los subprogramas planteados y sus respectivas acciones, se apeguen a las disposiciones aplicables establecidas tanto por la ***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*** como la ***Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo, y sus respectivos Reglamentos.***

La generación de residuos sólidos trae consigo el riesgo de afectación al suelo, al manto freático, la fauna y al aire cuando se lleva a cabo la pulverización de contaminantes sólidos. De manera que este subprograma sumado con el de Supervisión Ambiental, establece las medidas para el correcto manejo, transporte y disposición, conforme lo establece la legislación vigente; mediante vigilancia y registro en actas de cualquier riesgo o daño que se detecte en esta materia. Las acciones que engloban este subprograma son las siguientes:

Acción 1	P	C	O
En el barco cablero, se contará con un área para acopiar temporalmente los residuos sólidos generados	x	x	x
Acción 2	P	C	O
En el barco cablero, se colocarán contenedores con tapa debidamente rotulados y de capacidad adecuada para la cantidad de residuos a generarse en el área diariamente	x	x	
Acción 3	P	C	O
Se colocarán señalizaciones que indiquen los procedimientos de separación de residuos y las áreas adecuadas para su acopio temporal.	x	x	x
Acción 4	P	C	O
Los residuos orgánicos e inorgánicas no valorizables o compostables se dispondrán con el servicio recolector del ayuntamiento para su traslado al relleno sanitario	x	x	x
Acción 5	P	C	O
Realizar bitácoras de acopio temporal y recolección de los residuos reciclables, acorde a lo señalado en el artículo 62 de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo.	x	x	x

Acción 6	P	C	O
Se realizará la identificación, clasificación, envasado (de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005) y manejo de los residuos peligrosos que pudiesen ser generados durante el desarrollo de Proyecto tomando en consideración lo establecido por la normatividad oficial.	x	x	
Acción 7	P	C	O
Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en contenedores adecuados, debidamente rotulados y con la etiqueta con los datos que indica el art: 46. Fracción IV, del reglamento de la LGPGIR, en un almacén con las características requeridas por las autoridades competentes.	x	x	

Acción 8	P	C	O
Verificar que el transporte y disposición de los residuos peligrosos sea realizado por empresas autorizadas por la SEMARNAT.	X	X	

Con estas acciones se busca la protección del suelo y reducir el riesgo de ser contaminado por líquidos y aceites.

6.3.4 Programa de Emisiones a la Atmosfera (PEA)

Considerando que todas las actividades que serán desarrolladas durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto principalmente, serán propensas a generar Emisiones a la Atmosfera, ya sea de gases y polvos, o bien de ruido, generados por la operación de vehículos, maquinaria y equipo necesario para llevar a cabo tales actividades; se ha desarrolla el presente Programa de Emisiones a la Atmosfera (PEA), cuyos objetivos se enlistan a continuación:

- Verificar el cumplimiento por parte de los vehículos, maquinaria y equipo que sean operados durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto principalmente, en cuanto a los lineamientos de los instrumentos normativos aplicables.

Verificar el cumplimiento por parte de las vehículos, maquinaria y equipo que sean operados durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto principalmente, en cuanto a las especificaciones y lineamientos que los instrumentos normativos aplicables.

Acción 1	P	C	O
Mantener vehículos, maquinaria o equipo apagados cuando no estén en uso.		x	
Acción 2	P	C	O
Programas de mantenimiento en buen estado de la maquinaria para evitar elevadas emisiones de gases de combustión durante las operaciones.		x	

6.3.5 PROGRAMA DE SEGURIDAD Y ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES (PSACA)

El Programa de Seguridad y Atención a Contingencias Ambientales considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como son los huracanes, entre otros; y los provocados por el hombre como derrames de sustancias peligrosas, por mencionar un ejemplo. Por lo anterior el objetivo del programa es:

- Promover acciones preventivas de contingencias ambientales y estimular acciones de prevención y atención que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.

Las acciones que engloban este subprograma son las siguientes:

Acción 1	P	C	O
Contar con un área específica para primeros auxilios en el área del Proyecto.		x	
Acción 2	P	C	O

Contar con un manual de procedimientos en caso de contingencias ambientales que incluya las estrategias a seguir en caso de huracanes e incendios de manera que se prevengan accidentes en términos ambientales, de salud y de seguridad social		x	
Acción 3	P	C	O
Se contará con el diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como lo establecido en el capítulo 6 de la NOM-030-STPS-2009		x	
Acción 4	P	C	O
Se contará con un programa de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a lo establecido en la NOM-030-STPS-2009		X	
Acción 5	P	C	O
Se contará con botiquín de primeros auxilios de acuerdo a lo establecido en la NOM-020-STPS-1994		x	x
Acción 6	P	C	O
Proporcionar al personal equipo de protección personal adecuado a su puesto de trabajo y los riesgos a los que estará expuesto		x	
Acción 7	P	C	O
Proporcionar capacitación al personal que maneje maquinaria y/o equipo.	X	X	X
Acción 8	P	C	O
Difusión de las normas ambientales entre el personal y las embarcaciones involucradas en las tres etapas del Proyecto.	X	X	X

6.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

El SMGS-TAF-MX debe evaluar periódicamente la efectividad y pertinencia de las acciones que constituyen cada uno de sus programas y adaptarlas, en caso de ser necesario a los contextos ambientales, legales, económicos o sociales del entorno.

1. **Ajustes de proyectos y procedimientos.** Cuando se detecten acciones del SMGS-TAF-MX que antagonicen con otras o las obstaculicen, o que no sean eficaces ni oportunas, se procederá a evaluar si pueden ajustarse para mejorar su desempeño, sustituirse por otras más adecuadas o eliminarse. La detección de dichas acciones se llevará a cabo a través de la supervisión ambiental. Esto implicará el trabajo conjunto y permanente con el personal encargado del diseño del Proyecto, desde la concepción de las ideas básicas para el desarrollo del mismo hasta su operación. Por medio de la supervisión ambiental se creará un mecanismo de solicitud de cambios a las instancias pertinentes, que permita integrar los ajustes necesarios para lograr el menor impacto ambiental del Proyecto.
2. **Sistema de base de datos**. Consistirá en un sistema central que regirá la organización, clasificación y administración de toda la información generada para

cada uno de los Programas contenidos en el SMGS-TAF-MX. Con esta información se podrá coordinar eficientemente el resto de las acciones del SMGS-TAF-MX en las diferentes etapas del Proyecto, así como generar un banco de datos disponible para diversos fines en pro del desarrollo sustentable.

3. **Órgano de control interno ambiental.** En atención a la fracción III del Artículo 20 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), la Supervisión Ambiental formará parte del órgano de control interno dedicado a la verificación del cumplimiento de las obligaciones derivadas de las diversas leyes, licencias, autorizaciones, permisos o concesiones ambientales, así como un sistema interno de gestión y capacitación ambiental en funcionamiento permanente.

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 7: PRONÓSTICOS AMBIENTALES

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES 2

7.1. INTRODUCCIÓN 2

7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 10

7.3. PRONÓSTICO Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN CONSIDERAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN 14

7.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN 20

7.5. CONCLUSIONES 27

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

7.1. INTRODUCCIÓN

En capítulos anteriores de la presente MIA-P, se ha descrito a detalle el Proyecto que consiste en la instalación de un sistema óptico de transmisión (Capítulos I y II), se ha delimitado el ámbito de análisis o región, y se ha descrito y analizado el medio físico (factores ambientales, sociales y económicos) y la instrumentación legal-ambiental vigente aplicable al Proyecto (Capítulos III y IV); también se han identificado, evaluado y descritos los impactos negativos y positivos que potencialmente pudiera generar la implementación del Proyecto (Capitulo V), y se han propuesto y descrito las medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales que, de la mano con la cuidadosa planificación y diseño del sitio de aterrizaje y de la ruta de cable garantizan el desarrollo sustentable de las obras y actividades propuestas (Capítulo VI).

En este capítulo se presenta el pronóstico ambiental de lo que resultará la implementación del Proyecto en el que se verá reflejado el efecto de las obras y actividades a desarrollar y como las medidas de mitigación y compensación actuarán sobre los impactos ambientales identificados. Para realizar el planteamiento del pronóstico ambiental y la descripción de los distintos escenarios (sin proyecto, con proyecto y con proyecto y medidas de mitigación, compensación y/o corrección), se tomaron en cuenta los estudios técnicos y análisis derivados de los capítulos anteriores de la presente MIA-P, con el objeto de determinar la influencia del proyecto en el Sistema Ambiental (SA).

Una consideración importante es que, estos escenarios son cambiantes a lo largo del tiempo, por lo que se podría esperar ciertas modificaciones de las políticas públicas y de los instrumentos de ordenación y planeación de desarrollo, cualquier expectativa fundamentada es la factibilidad de desarrollo sustentable puede ser modificada conforme los intereses de las poblaciones o administraciones.

Análisis retrospectivo

El análisis presentado en esta sección se basa de modelos conceptuales fundamentados principalmente en datos oficiales (históricos y estadísticos), instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio que aplican en la zona; así como también en los estudios realizados como sustento de esta MIA-P.

Se incluye un análisis de tendencias en cambio de usos de suelo a escala Sistema Ambiental como preámbulo a la formulación de los diferentes escenarios requeridos en este capítulo. A través de la organización cronológica de hechos se busca mostrar de manera general y sobre simplificada, la línea base o escenario actual sobre el cual se pretende que el proyecto tenga lugar. Por lo anterior se retoman aspectos de las dimensiones más representativas de la sostenibilidad: social, económica, ambiental y normativa.

Tabla 7.1. Aspectos por dimensión retomados en el análisis retrospectivo.

Social	Economía	Ambiental	Normativa
➢ **Organización municipal** ➢ **Dinámica demográfica**	➢ Actividades económicas de importancia	➢ Instrumentos de ordenamiento ecológico Territorial	
➢ **Proyecciones demográficas**	➢ Importancia regional	➢ Cambios de usos de Suelo y Vegetación ➢ Áreas Naturales Protegidas	➢ Instrumentos de Planeación Urbana y Problemáticas

Antecedentes históricos y análisis retrospectivo

La historia de la Riviera Maya es relativamente reciente. En el caso particular de Cancún, este surgió en el escenario turístico a principios de la década de los 70´s, luego de que el presidente Días Ordaz encargara al Banco de México en un Plan Nacional de Turismo.

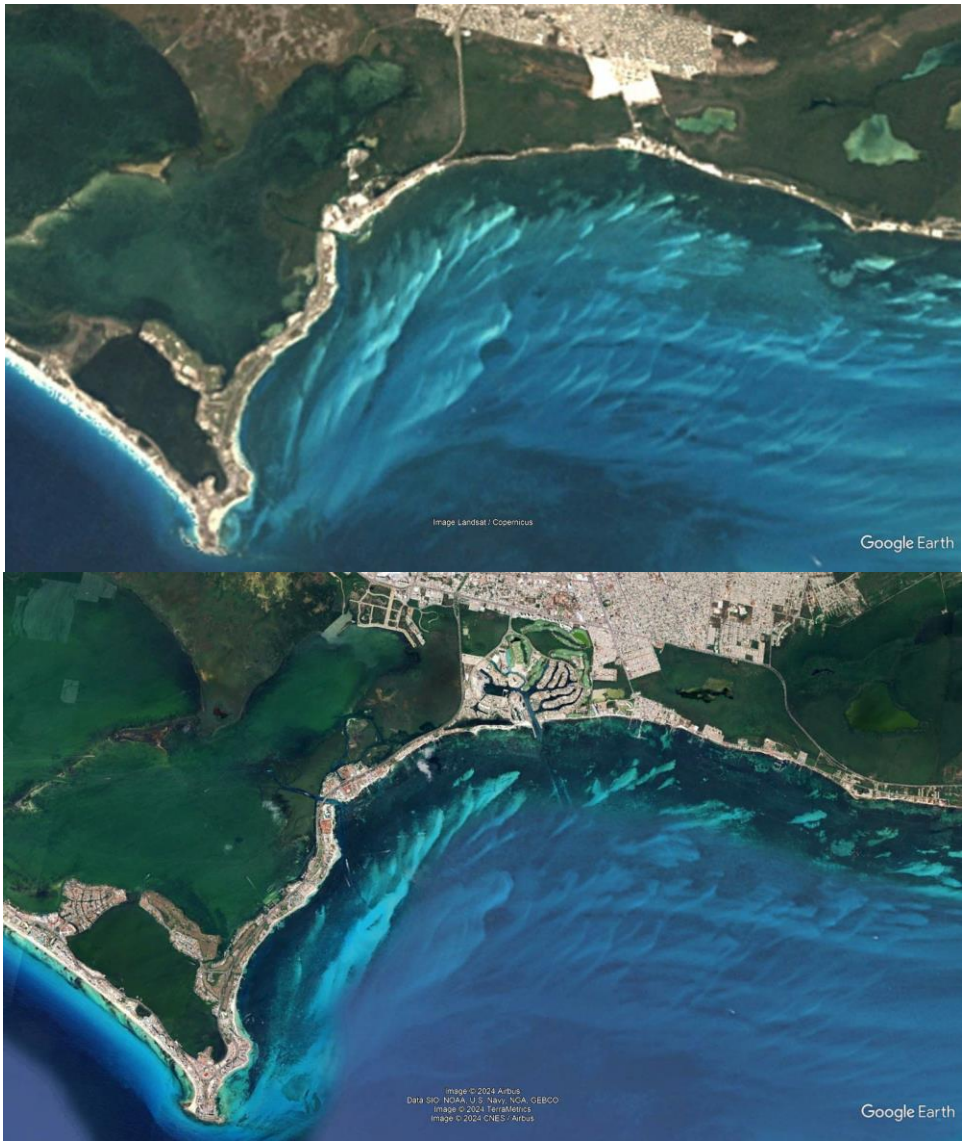
Los orígenes del municipio de Benito Juárez, se remontan a 1969, cuando se aprobó el plan maestro para el desarrollo de Cancún. Por medio de este plan maestro se aspiraba a la construcción de un corredor turístico, un corredor residencial y un aeropuerto. Respecto al desarrollo de la zona hotelera, se planteó en el formato de super manzanas y en tres fases:

- Primera: área desde Bahía de Mujeres hasta Punta Cancún y la costa hasta el límite interior de la laguna Bojórquez.
- Segunda: laguna de Bojórquez hasta Punta Nizuc.
- Tercera: sur de Punta Nizuc hasta los límites de la reserva territorial.

El contexto del Área del Proyecto, en su origen, como lo señala el Plan Maestro de 1982, se buscaba un reencuentro del hombre con la naturaleza a través de la diversificación de las actividades turísticas, de tal forma, que se propiciara el uso intensivo y racional del recurso mar-playa-laguna para disfrute del turista.

Como se puede observar en la Figura 7.1, entre los primeros años, se puede apreciar claramente el cambio en la cobertura de la vegetación, principalmente en la zona urbana. Lo anterior debido a que la ciudad de Cancún creció considerablemente sobre lo que antes fue vegetación de selva. El área conocida como Puerto Juárez dividió los humedales completamente hacia el norte, aislando los humedales de Isla Blanca de los humedales del sur.

Figura 7.1. Vista satelital del área de estudio en 1985 y 2024.



La definición de sustentabilidad que se planteaba en el modelo Cancún, era una "sustentabilidad débil" concebida por los economistas neoclásicos desde un marco no conservacionista, donde no importa que el legado ambiental sea de menor calidad al actual, a cambio de que se incremente el capital de formación humana. Este hecho se evidencia en su visión de uso intensivo de los recursos a pesar del objetivo de mantener un equilibrio entre los actores principales de sociedad creciente, la economía y la naturaleza.[1]

En pocos años se transformó, y de ser una isla de pescadores rodeada de selva virgen y playas poco conocidas, pasó a ser un centro turístico mexicano reconocido en el mundo con una derrama económica superior a los cinco mil millones de dólares anuales.[2]

[1] Mc Coy Cador, C. E. (2016). Causas y efectos de un destino no sustentable: Caso Playas Públicas de Cancún, Quintana Roo. El Periplo Sustentable, 31, 1–13. https://doi.org/10.21854/eps.v0i31.2468
[2] Ramirez, P., & Aldana, G. (2009). Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México.

En el caso particular de Cancún y la Riviera Maya hay además factores antropogénicos involucrados y que tienen que ver con el crecimiento y expansión de la zona turística, actividades que se han desarrollado sin considerar las afectaciones a la dinámica costera, a la morfología de la zona, al paisaje y a los ecosistemas existentes en la zona. Resulta de gran interés citar algunos eventos sobresalientes en la historia de Cancún y la Riviera Maya:[3]

- 1968: el presidente Días Ordaz encarga al Banco de México un plan Nacional de Turismo.

- 1969: el banco de México crea Infratur (hoy día FONATUR) para estudiar las zonas con el mayor potencial para el turismo, quedando como áreas seleccionadas Quintana Roo e Ixtapa Zihuatanejo.

- 1970: como parte del Plan Maestro que dio origen a Cancún, se hizo el relleno de algunas zonas para que el ancho de la isla barrera fuera de 250 a 300 metros, y de esta forma cupieran los grandes hoteles y se pudiera instalar lo que hoy se conoce como el campo de golf Pok Ta Pok.

- 1973: se autoriza la construcción del canal Sigfrido, cinco kilómetros al oeste de Punta Cancún, para conectar el mar con las lagunas y de esta forma mejorar la calidad ambiental de las mismas que empezaban a contaminarse.

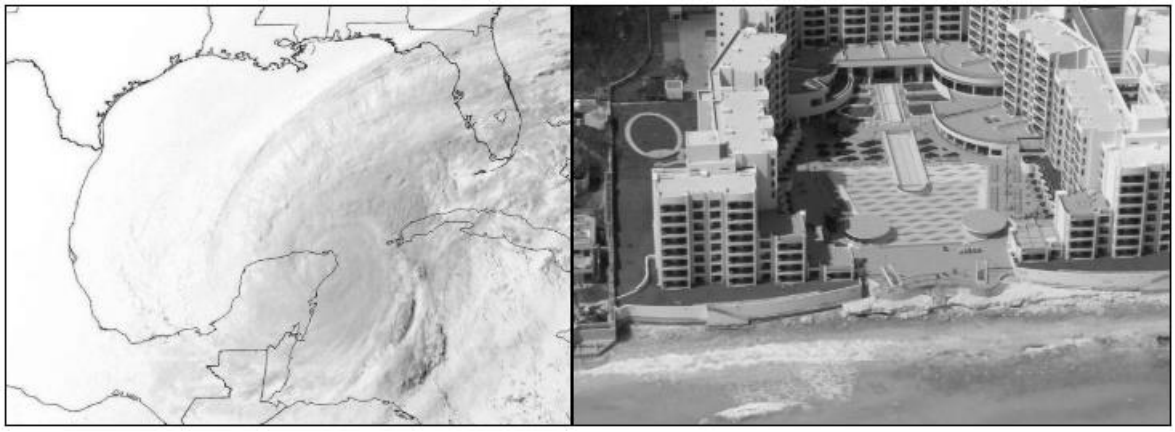
- 1974: Se continúa con la construcción masiva de hoteles, invadiendo la duna y las playas. La red de drenaje en el subsuelo se ve afectada por las cimentaciones de las nuevas y numerosas estructuras. Se cierran bocas naturales impidiendo la interacción entre el mar y las lagunas costeras. Se inicia un marcado deterioro del medioambiente del cual un ejemplo es la contaminación de la laguna de Nichupté, debido al vertimiento indiscriminado de aguas negras.

- 1988: el paso del huracán Gilberto de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson el 13 y 14 de septiembre afectó drásticamente el norte de la Península de Yucatán, en particular a Cancún. Las actividades turísticas se suspendieron durante una semana. Gilberto ocasionó una pérdida sustancial de playa al tiempo que destruyó un millón de hectáreas de bosque tropical y manglar sólo en el estado de Quintana Roo.

- 2005: el 21 de octubre se presenta el huracán Wilma en la Península de Yucatán, ver en la Figura 7.2; se clasificó en la categoría 4. Hubo un marcado decremento en los anchos de las playas de la Zona Hotelera. Fue necesaria la intervención de las autoridades federales y estatales para recuperar las playas.

[3] Ramirez, P., & Aldana, G. (2009). Estudio de la erosión costera.

Figura 7.2. Imagen satelital del huracán Wilma con su ojo sobre Cancún y vista del sector central de la playa pocos días después.



Fuente: (Dubois et al., 2010).

Figura 7.3. Isla de barrera Cancún-zona norte en 1969 y fotografía tomada en 2005 después del paso del huracán Wilma por la zona.



Fuente: (Ruiz-Martínez et al., 2013).

- 2006: el 19 de mayo, el gobierno federal, estatal y la Secretaría de Turismo entregaron oficialmente las obras de recuperación de 11.5 km de playas erosionadas en la Zona Hotelera de Cancún, restableciéndose sus anchos a unos 25 m. La empresa mexicana de Dragados, filial en México de la compañía belga Jan de Nul estuvo a cargo de los trabajos (ver Figuras Figura 7.2, Figura 7.3 y Figura 7.4).

- 2007: se presenta el Huracán Dean, el más intenso registrado en la zona desde el Huracán Wilma en el 2005.

- 2009: a partir del primero de noviembre se inician los trabajos de vertido de arena en las playas de la isla de barrera de Cancún con el fin de mejorar los anchos de playa seca y lograr al menos 30 m (Figura 7.5).

Figura 7.4. Imagen satélite de la isla de barrera de Cancún después de las actividades de alimentación artificial con arena en el 2006.



Fuente: (Ramírez & Aldana, 2009).

Figura 7.5. Inicio de actividades de vertido de arena en playas de la isla barrera de Cancún, 2009.



Fuente: (Ramírez & Aldana, 2009).

Luego de esta revisión cronológica de eventos, se puede afirmar que existe la preocupación por el medio ambiente y los recursos naturales, así como la necesidad de cumplir con los lineamientos para su conservación y aprovechamiento, a pesar de que el mismo desarrollo genera tensiones socioeconómicas que se resuelven mediante la conciliación de intereses y la concentración social en el uso de los recursos, la sociedad ha adquirido una conciencia acerca de la necesidad de conservar la base sustantiva de su propia sobrevivencia.

Esta situación, aunado a las cambiantes condiciones ambientales, de turismo mundial, crecimiento demográfico y los cambios en los canales de distribución de los productos turísticos, han exigido un nuevo enfoque respecto a las políticas que han obligado a la planeación y desarrollo sustentable de estas actividades, en función de las necesidades y

preferencias de un ambiente más sano, mejor conservado, auténtico, natural y además con un alto nivel en la calidad de los servicios que ofrece.

Información municipal actual

En la actualidad, el municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo, es el más poblado del estado con una población de 911,503 habitantes (al año 2020). Las principales actividades económicas en el municipio están relacionadas con el sector terciario, destacando: Comercio al por Menor (42.2%), Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (16.4%) y Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (15.8%), Industrias manufactureras (5.54%), entre otras.

Este municipio cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local vigente, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de julio de 2005 y modificado el 27 de febrero de 2014. Respecto a otros instrumentos, en materia de desarrollo urbano, se identifican dos instrumentos vigentes: El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030; y el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Cancún.

Respecto a las condiciones ambientales, de acuerdo a la información presentada como parte del diagnóstico ambiental, el municipio Benito Juárez enfrenta una serie de problemas que van en aumento derivado de un crecimiento poblacional acelerado. Desataca una demanda creciente de servicios públicos, así como el aumento en la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

La transformación y el reemplazo de la geomorfología natural ha tenido lugar en la Zona Hotelera, y por consiguiente de los ecosistemas terrestres y humedales costeros presentes en las áreas más estrechas; por lo que, la vegetación presente el día de hoy lo que conforma el área urbana es una adaptación de la vegetación, remanentes de la vegetación original que se pudieron adaptar a los terrenos reconformados o modificados y el establecimiento y adaptación de especies ornamentales.

De acuerdo con el instrumento de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicable al área de estudio (POEL-BJ), existen algunas problemáticas ambientales actuales tales como:

- Presión y riesgo de contaminación al acuífero.
- Falta de servicios básicos fuera de los centros de población.
- Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos.
- Tendencias de Cambio de Uso de Suelo.
- Presión de los recursos naturales por modificación de ecosistemas.

El área del Proyecto, se encuentra desde Puerto Juárez hasta en norte de Isla Mujeres en Quintana Roo, México.

Línea base para escenarios de proyección

Tomando en cuenta la información anterior, así como datos de los capítulos 4 y 3 de esta MIA-P, a continuación, se presenta la línea base para la generación de los escenarios:

Tabla 7.2. Línea base para la generación de escenarios de análisis capítulo 7.

Línea base	Actualidad 2024
Avance del proyecto (%)	0%
Factores sociales	
Organización municipal*	
Dinámica demográfica y proyecciones	El municipio en donde se localiza el SA tiene una densidad poblacional de 979.4 hab/km^2. Se proyecta que el número de habitantes del municipio seguirá en aumento en el corto y mediano plazo.
Factores económicos	
Actividades económicas de importancia	El municipio en donde se localiza el SA tiene vocación hacia las actividades económicas del sector terciario. Destacan por el número de ingreso, empleos o unidades económicas vinculadas actividades como: comercio al por menor, servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas y otros servicios.
Importancia microregional	El municipio donde se localiza el SA forma parte de la microrregión 13 Cancún, integrada por los municipios de integra por los municipios de Isla Mujeres Benito Juárez, Lázaro Cárdenas y Puerto Morelos. Esta se caracteriza por una vocación turística y de servicios urbanos.
Factores Ambiental	
Instrumentos de ordenamiento ecológico territorial	El municipio se alinea a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de del Municipio de Benito Juárez.
Áreas Naturales Protegidas	Por su ubicación geográfica, la trayectoria del proyecto coincide con la zona del Área Natural Protegida Federal, Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc con el polígono 1, Costa Occidental de Isla Mujeres, zona noroeste. Las obras y actividades desarrolladas en el SA mantienen congruencia con las estrategias, criterios y restricciones definidas en el plan de manejo del ANP. La presente manifestación de impacto ambiental será evaluada por la Secretaria tomando en cuenta la opinión del Consejo Técnico Asesor en los términos del reglamento para la evaluación de impacto ambiental vigente, e independientemente de otros permisos, licencias o autorizaciones que deban expedir las autoridades competentes.
Factores Normativos	
Instrumentos de Planeación urbana y problemáticas vinculadas al desarrollo urbano	Se identifican 2 programas de desarrollo urbano vigentes, uno de nivel municipal y otro a escala centro de población. Entre sus planteamientos, busca proteger y conservar elementos de alto valor ecológico.

	Se identifican las siguientes problemáticas vinculadas al desarrollo urbano: gestión de residuos y crecimiento de la mancha urbana.
Externalidades ambientales[4]	
Proyectos estratégicos	Se identifica la intención de desarrollar proyectos estratégicos como las estaciones del tren maya que tendrán un impacto significativo en las tendencias de desarrollo urbano del municipio.

7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario esperado sin la implementación del proyecto (Tabla 7.3) es que el Área del Proyecto podría mantenerse en estado actual por algún tiempo. Sin embargo, dadas las tendencias de crecimiento urbano y demandas turísticas, es probable que en algún momento

Tabla 7.3. Escenario sin proyecto.

Escenario sin proyecto	**Etapa de Preparación**	**Etapa de Construcción**	**Etapa de Operación y mantenimiento**
Avance del proyecto (%)	(33.33%)	(66.66%)	(100%)
Factores sociales			
Organización municipal	El municipio de Benito Juárez continúa constituido como tal, dentro de su jurisdicción administrativa y territorial se encuentran 160 localidades.		
Proyecciones demográficas	La población continúa en aumento a una tasa de crecimiento similar o superior a la registrada en el periodo 2010-2020. Predomina la población urbana, manteniéndose por encima del 95% de los habitantes del municipio.		
Factores económicos			
Empleo	No se generan empleos directos ni indirectos asociados al proyecto.		
Factores normativos			
Instrumentos de ordenamiento ecológico Territorial	El desarrollo de actividades en el SA se apega a los criterios de los instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial vigente. Se desarrollan estrategias para: – Conservación de ecosistemas y garantizar la conectividad ambiental. – Protección de los cuerpos de agua. – Regular las actividades urbanas y turísticas.		El apego a los criterios de los Instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial se refleja en: – Ecosistemas conservados y con conectividad ambiental.

[4] En este contexto se entiende como aquellos efectos ambientales externos al bien generado (proyecto), pudiendo ser positivas o negativas.

		– Cambio de uso de suelo gradual, congruente con la conservación de ecosistemas. – Actividades turísticas reguladas.
Instrumentos de Planeación Urbana y problemáticas	El desarrollo de proyectos en el SA se rige por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022. Por lo que, de no desarrollarse el proyecto, seguramente se desarrollaría proyectos de otra índole congruentes con los usos de suelo antes mencionados.	Se extiendes la vigencia de los instrumentos, se actualiza o se sustituye por otro instrumento.
Áreas Naturales Protegidas	El SA del proyecto mantiene interacción directa con el polígono 1 del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres. Las obras y actividades desarrolladas en el SA mantienen congruencia con las estrategias, criterios y restricciones definidas en el plan de manejo del ANP.	Las estrategias y restricciones definidas en el ANP resultan en beneficios directos para la conservación de áreas de alto valor ambiental. El deterioro de las condiciones de calidad y fragilidad ambiental de las ANP's depende de que los proyectos desarrollados al interior de sus polígonos cuenten con medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones suficientes.
Factores ambientales		
Agua superficial	En la Región hidrológica 32-Yucatán Norte no se registran corrientes de agua superficiales.	
Medio marino	El medio marino del SA es denominado por la corriente de Yucatán, cuya dirección varía de noreste a noroeste, con una velocidad máxima de 2.5 m-1. La corriente no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía, su velocidad máxima se encuentra	De acuerdo con las proyecciones del Cambio Climático la temperatura media del mar irá aumentando gradualmente hasta

	en la parte superficial decreciendo gradualmente hasta los 800 m. El agua costera es buena. En el SA, se registra una temperatura superficial promedio de 26.8 °C. Sobre los hábitats bentónicos, predominan las comunidades de pastos marinos, macro algas y sedimentos sobre la zona somera hasta llegar la zona profunda. La sección de Puerto Juárez se caracteriza por ser una zona extensa de praderas de pasto marino en buen estado de conservación. La sección del Canal representa la mayor extensión del área, resultó un ambiente poco complejo, conformado de arenales extensos con algunos parches de vegetación marina de poca abundancia, en donde la presencia de biota marina conspicua es prácticamente nula. La sección de Isla Mujeres es la única zona dentro del área de estudio que tiene sustrato duro, en donde existe un hábitat propicio para la presencia de biota marina típica de arrecife.	27.19 °C o 27.67 °C, afectando la calidad del agua y a diversas especies marinas. Dada la importancia los ambientes que existen en el área de estudio, se monitorean sus organismos y hábitat a largo plazo.
Suelo	En el proyecto y SA existe en un suelo de tipo Arenosol.	El desarrollo urbano se apega a la zonificación ambiental y urbana aplicable en los instrumentos de planeación y ordenamiento vigentes por lo que el suelo mantiene su función y estructura.
Vegetación	El escenario del Proyecto considera el medio biótico desde la zona de playa aledaña a la línea de costa (ZOFEMAT) que corresponde una playa pública sujeta a una alta actividad. Por lo anterior, en la zona de playa se pueden observar algunos ejemplares de palma de coco (*Cocus nucifera*), así como remanentes de uva de mar (*Scaevola plumieri*) y lechuga de playa (*Scaevola taccada*). La sección de Puerto Juárez se caracteriza por ser una zona extensa de praderas de pasto marino en buen estado de conservación. La sección del Canal representa la mayor extensión del área de estudio, siendo un ambiente poco complejo, conformado de arenales extensos con algunos parches de vegetación marina de poca abundancia, en donde la presencia de biota marina conspicua es prácticamente nula. La sección de Isla Mujeres es la única zona dentro del área de estudio que tiene sustrato duro, en donde existe un hábitat propicio para la presencia de biota marina típica de arrecife.	

Fauna	La fauna que se desplaza por los distintos paisajes del SA ya no pertenece a un tipo de vegetación original, debido a la gran perturbación y modificación de la zona y el Área de estudio. Se identifican especies indicadores de perturbación como El zanate El zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) así como también especies de aves marinas, la cuales se adaptan fácilmente a las zonas alteradas y/o urbanizadas, tales como el córmoran (*Phalacrocórax auritus*), pelicano (*Pelecanus occidentalis*), fragata (*Fregata magnificens*) y playerito (*Calidris melanotos*), se ha corroborado su presencia en lo que corresponde a la zona urbanizada colindante al área de influencia directa. Respecto a la biota asociada a los ambientes marinos, en el ambiente de comunidades de pastos marinos y macroalgas, se detecta la presencia de moluscos y peces.	El comportamiento y distribución de la fauna se ve temporalmente comprometido por el desarrollo de obras en el SA.
Paisaje	A nivel paisaje, la fracción costera representa una zona aprovechable o disfrutable principalmente por las actividades turísticas y pesqueras. En este contexto, la playa El Niño se dicta sobre requerimientos de sostenibilidad y especificaciones de desempeño sustentable a desarrolladores y prestadores de servicio. A partir de lo expresado, se considera que la zona tiene un bajo grado de conservación, esto se asocia con la infraestructura presente que rodea los remanentes de vegetación	Se extiende la vigencia del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez, se actualiza o se sustituye por otro instrumento y por o tanto los impactos sobre el paisaje dependen de las

	secundaria y vegetación inducida, esto en concordancia con las actividades presentes en la zona.	estrategias de conservación definidas a partir de ella. Bajo otro enfoque, si el desarrollo urbano en el SA no se apega a lo establecido en los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial vigentes, es posible que disminuya la capacidad de absorción visual y aumente la fragilidad visual.
Externalidades ambientales (escala municipal)	Las zonas más vulnerables a la perturbación y en las que probablemente se presenten impactos ambientales adversos son aquellas con alta fragilidad ambiental, lo anterior por su susceptibilidad ante los cambios de uso de suelo, cercanía a vías de comunicación o a sitios con planes de urbanización.	

7.3. PRONÓSTICO Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN CONSIDERAR LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN

Tal como se mostró en el análisis retrospectivo, en el sistema ambiental del Proyecto existe una tendencia hacia la antropización, por el crecimiento del uso del suelo urbano o turístico. Por otro lado, tomando como referencia la valoración de los impactos ambientales presentada en el capítulo 5 de esta MIA-P, se tiene que:

- Con base en el número de obras y/o actividades que se evaluaron, y en el número de impactos probables a los diferentes factores del medio identificados, se obtuvo un número máximo de 40 interacciones posibles. Sin embargo, el desarrollo del proyecto solo generará 16 interacciones, que representan el 40% del total de interacciones posibles.

- Del total de interacciones identificadas 11 (equivalente al 68.75%) serán negativas y 5 (equivalente al 31.25%) serán positivas. La etapa que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción, con 8 que equivalen al 80% de los impactos generados en dicha etapa. La etapa de preparación generará 0 impactos negativos; y la etapa de operación y mantenimiento generará 3 impactos negativos, que representan el 60% de los que serán generados en ese periodo.

Bajo este escenario, los impactos ambientales negativos previstos con el desarrollo del Proyecto, se presenta de manera incrementada. La valoración de este escenario, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.4. Escenario con proyecto sin la aplicación de medidas.

Escenario con proyecto sin la aplicación de medidas	**Etapa de Preparación**	**Etapa de Construcción**	**Etapa de Operación y mantenimiento**
Avance del proyecto (%)	(33.33%)	(66.66%)	(100%)
Factores sociales			
Organización municipal	El municipio de Benito Juárez continúa constituido como tal, dentro de su jurisdicción administrativa y territorial se encuentran 160 localidades.		
Proyecciones demográficas	La población continúa en aumento a una tasa de crecimiento similar o superior a la registrada en el periodo 2010-2020. Predomina la población urbana, manteniéndose por encima del 95% de los habitantes del municipio.		
Factores económicos			
Empleo	Durante esta etapa no se prevé la generación de nuevos empleos, esto debido a que únicamente se realizarán actividades de recopilación de información, esto acorde con el establecimiento de ruta y anclaje del cable submarino.	El factor más susceptible de recibir impactos positivos es el económico con 4 interacciones positivas. Durante esta etapa se espera generar 115 empleos (directos e indirectos en conjunto).	
Factores normativos			
Instrumentos de ordenamiento ecológico Territorial	El desarrollo de actividades en el SA se apega a los criterios de los instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial vigente. Se desarrollan estrategias para: a) Conservación de ecosistemas y garantizar la conectividad ambiental b) Regular el cambio de usos de suelo c) Protección de los cuerpos de agua. d) Regular las actividades urbanas y turísticas. Por lo que, el proyecto se desarrolla sin considerar lo establecido en estos instrumentos, comprometiendo la protección y conservación de los ecosistemas, así como los elementos que los integran.		El apego a los criterios de los Instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial se refleja en: a) Ecosistemas conservados y con conectividad ambiental. b) Cambio de uso de suelo gradual, congruente con la conservación de

		ecosistemas y regulado, c) Buena calidad del agua en cuerpos de agua subterránea. a) Actividades turísticas reguladas.
Instrumentos de Planeación Urbana y problemáticas	El desarrollo de proyectos en el SA se rige por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022. Por lo que, el proyecto se desarrolla sin considerar lo establecido en estos instrumentos respecto a densidades, parámetros urbanos y compatibilidad de usos de suelo, impactando negativamente el SA y su calidad ambiental.	Se extiende la vigencia, se actualiza o se sustituye por otro instrumento.
Áreas Naturales Protegidas	El SA del proyecto mantiene interacción directa con el polígono 1 del Área Natural Protegida Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. En el Área del Proyecto se desarrollan obras y actividades sin medias de prevención, mitigación y/o compensación por lo que se contribuye al decremento de la calidad ambiental y al aumento de la fragilidad.	Las estrategias, criterios y restricciones definidas en las ANP con las que interactúa el proyecto resultan en beneficios directos para la conservación de áreas de alto valor ambiental. Sin embargo, el desarrollo del proyecto en el polígono 1 del Área Natural Protegida Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, contribuye al deterioro de las condiciones de calidad y fragilidad ambiental ya que no cuenta con medidas

		de prevención, mitigación y/o compensaciones suficientes.
Factores ambientales		
Agua superficial	En la Región hidrológica 32-Yucatán Norte no se registran corrientes de agua superficiales.	
Medio marino	El medio marino del SA es dominado por la corriente del canal de Yucatán, cuya dirección varía de noreste a noroeste, con velocidad máxima de 2.5ms$^{-1.}$ La corriente no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía, su velocidad máxima se encuentra en la parte superficial decreciendo gradualmente hasta los -800m. El agua costera es buena. En el SA, se registra una temperatura superficial promedio de 26.80°C. Durante estas etapas, al no existir ningún tipo de medida (prevención, mitigación o compensación), las obras contemplan la dinámica del medio marino y por consiguiente contribuyen al impacto ambiental sobre las estructuras y ecosistemas presentes en el área de influencia directa e indirecta del mismo.	En el Área del proyecto, se impacta negativamente al medio marino.
Suelo	En el proyecto y SA existe un suelo de tipo Arenosol. Con el desarrollo del proyecto durante estas etapas la superficie de conservación del Área del Proyecto, se modifican las características físicas y químicas de este cuerpo natural. Lo anterior, repercute directamente en los procesos de degradación del suelo, pudiendo llegar a niveles muy extremos.	El desarrollo urbano se apega a la zonificación ambiental y urbana aplicable en los instrumentos de planeación y ordenamiento vigentes por lo que el suelo mantiene procesos de degradación a causa de la estructura urbana y actividad turística proyectada. En el Área del Proyecto se incrementan de manera importante los procesos de erosión, degradación física y química del suelo por lo que pierde su

		calidad y función. Incrementa además el riesgo de contaminación de cuerpos de agua al estar degradado y erosionado, pierde su función como protección y beneficio al ecosistema.
Vegetación	El SA del Proyecto tiene una cobertura de vegetación inducida; vegetación secundaria y vegetación secundaria con individuos de palma de coco (Cocus nucifera), así como remanentes de uva de mar (Scaevola plumieri) y lechuga de playa (Scaevola taccada) Existen dentro y cerca del área del proyecto elementos vinculados a la fragmentación del sistema, como por ejemplo vialidades como la carretera a Punta Sam. Lo anterior ya que su presencia genera cambios en el estado de la vegetación por el deterioro ocasionado por el tránsito de vehículos o personas, llevándola a estados sucesiones distintos (vegetación secundaria). Respecto a los ambientes marinos, se identifican 7 tipos de fondo y comunidad: Arenal (59.20%), Arenal con algas (17.92%), Pastizal con algas (8.63%), Pastizal disperso (3.01%), Pastizal denso (4.98%), Laja (5.69%) y Laja rugosa (0.57%), los cuales pueden sufrir fragmentación ocasionada por el mal posicionamiento del cable submarino y por la intervención durante las etapas de construcción y operación en el área de estudio.	Se extiende la vigencia, se actualiza o se sustituye por otro instrumento y por lo tanto la distribución y calidad de la vegetación dependen de las estrategias de conservación definidas a partir de ello. De acuerdo con proyecciones de Cambio Climático (Pedrozo, 2012), se esperan pérdidas en los sistemas de humedales y manglar de entre el 94-98%, por el aumento del nivel medio del mar. En el Área del Proyecto, dado que no se han aplicado medidas de prevención, mitigación de ninguna índole, tras el desarrollo del proyecto, se ha degradado las zonas de conservación. Asimismo, existe presencia de especies invasoras que comienzan a alterar el estado sucesional de

			las áreas aledañas al Área del proyecto ya que se han propagado con éxito. Por último, se genera contaminación de residuos sólidos y líquidos que comprometen la calidad del suelo en la zona.
Fauna	Al no implementarse medidas de prevención, mitigación o compensación durante esta etapa, se presentan los siguientes impactos: Muerte accidental por atropello asociado a la presencia de vehículos y maquinaria, contaminación del hábitat, perturbación por contaminación auditiva, perturbación por contaminación lumínica y perturbación por contaminación física.	El comportamiento y distribución de la fauna se ve comprometido por el desarrollo de proyectos y obras en el SA. Si el proyecto se implementa sin medidas de prevención, mitigación o compensación, es muy probable que los impactos negativos previstos para la fauna se presenten y aumenten su magnitud: perturbación por contaminación auditiva o lumínica, perturbación por contaminación física o perturbación del hábitat, entre otros. Lo anterior, por consiguiente, derivaría en un escenario no deseado con afecciones permanentes a las especies de fauna registradas en la región alterando cadenas tróficas, uso del hábitat, comportamiento de individuos, ciclos reproductivos y potencialmente afectando a especies de interés como las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
Paisaje	El paisaje del proyecto y SA se encuentra dominado por formas de relieve planas, con comunidades de vegetación que han sido fragmentadas y perturbadas (desarrollo turístico y expansión de la mancha urbana). Por lo anterior, a nivel paisaje, la fracción costera representa una zona aprovechable o disfrutable principalmente por las actividades turísticas y pesqueras. Por lo tanto, la realización de obras y actividades temporales en el SA del Proyecto, considerando que todas las actividades que serán desarrolladas durante las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento del Proyecto serán propensas a generar residuos sólidos urbanos, cuyos efectos potenciales incluyen la contaminación y la afectación visual que impida posicionar el destino turístico como altamente competitivo en aspectos de sustentabilidad.		
Externalidades ambientales (escala municipal)	Los procesos perturbadores con muy alto rango de peligrosidad en el SA (hundimientos, erosión, ciclones tropicales y aumento de marea), continúan presentándose. Las zonas más vulnerables a la perturbación y en las que probablemente se presenten impactos ambientales adversos son aquellas con alta fragilidad ambiental, lo anterior por su susceptibilidad		

	ante los cambios de uso de suelo, cercanía a vías de comunicación o a sitios con planes de urbanización.

7.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN

Como un compromiso formal en la búsqueda de la implementación y desarrollo sustentable del Proyecto, se establecieron una serie de programas que contienen acciones que serán establecidas como las medidas preventivas, de mitigación y la demás que serán necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

De acuerdo con lo descrito en el capítulo 6 de esta MIA-P, se propone El Sistema de Manejo y Gestión Sostenible, es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el proyecto tenga el carácter de un complejo responsable y sustentable.

- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente MIA-P.

- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en el Programa de Ordenamiento aplicable al proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.

- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Bajo este escenario, los impactos ambientales negativos previstos con el desarrollo del Proyecto, se presentan en menor medida y bajo un control. La valoración de este escenario en contraste con el escenario sin la aplicación de medidas, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.5. Contraste de escenarios de proyecto con aplicación de medidas y sin la aplicación de medidas.

Escenario con proyecto sin la aplicación de medidas	**Etapa de Preparación**	**Etapa de Construcción**	**Etapa de Operación y mantenimiento**

Avance del proyecto (%)	(33.33%)	(66.66%)	(100%)
Organización municipal	El municipio de Benito Juárez continúa constituido como tal, dentro de su jurisdicción administrativa y territorial se encuentran 160 localidades.		
Proyecciones demográficas	La población continúa en aumento a una tasa de crecimiento similar o superior a la registrada en el periodo 2010-2020. Predomina la población urbana, manteniéndose por encima del 95% de los habitantes del municipio.		
Factores económicos			
Empleo	Durante esta etapa no se prevé la generación de nuevos empleos, esto debido a que únicamente se realizarán actividades de recopilación de información, esto acorde con el establecimiento de ruta y anclaje del cable submarino.	El factor más susceptible de recibir impactos positivos es el económico con 4 interacciones positivas. Durante esta etapa se espera generar 115 empleos (directos e indirectos en conjunto).	
Factores normativos			
Instrumentos de ordenamiento ecológico Territorial	El desarrollo de actividades en el SA se apega a los criterios de los instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial vigente. Se desarrollan estrategias para: a) Conservación de ecosistemas y garantizar la conectividad ambiental b) Regular el cambio de usos de suelo c) Protección de los cuerpos de agua. d) Regular las actividades urbanas y turísticas. Por lo que, el proyecto se desarrolla sin considerar lo establecido en estos instrumentos, comprometiendo la protección y conservación de los ecosistemas, así como los elementos que los integran.		El apego a los criterios de los Instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial se refleja en: d) Ecosistemas conservados y con conectividad ambiental. e) Cambio de uso de suelo gradual, congruente con la conservación de ecosistemas y regulado, f) Buena calidad del agua en cuerpos de agua subterránea.

		b) Actividades turísticas reguladas.
	El proyecto se desarrolla llevando a cabo la verificación del cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas, incluyendo lo establecido por los instrumentos de planeación y sus autorizaciones, esto aplicable a todos los involucrados en el desarrollo de proyecto. El proyecto se apega a los criterios de los Instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial.	
Instrumentos de Planeación Urbana y problemáticas	El desarrollo de proyectos en el SA se rige por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030 y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022. Por lo que, el proyecto se desarrolla sin considerar lo establecido en estos instrumentos respecto a densidades, parámetros urbanos y compatibilidad de usos de suelo, impactando negativamente el SA y su calidad ambiental.	Se extiende la vigencia, se actualiza o se sustituye por otro instrumento.
	El proyecto se desarrolla llevando a cabo la verificación del cumplimiento de las obligaciones establecidas, incluyendo lo establecido por los instrumentos de planeación urbana, densidades y autorizaciones, esto aplicable a todos los involucrados en el desarrollo de proyecto.	
Áreas Naturales Protegidas	El SA del proyecto mantiene interacción directa con el polígono 1 del Área Natural Protegida Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. En el Área del Proyecto se desarrollan obras y actividades sin medias de prevención, mitigación y/o compensación por lo que se contribuye al decremento de la calidad ambiental y al aumento de la fragilidad.	Las estrategias, criterios y restricciones definidas en las ANP con las que interactúa el proyecto resultan en beneficios directos para la conservación de áreas de alto valor ambiental. Sin embargo, el desarrollo del proyecto en el polígono 1 del Área Natural Protegida Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, contribuye al deterioro de las condiciones de calidad y fragilidad

		ambiental ya que no cuenta con medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones suficientes.
	Durante las tres etapas del proyecto se implementará un programa de prevención, rescate y monitoreo que permita comprobar la condición de los componentes ambientales identificados y evaluados, simultánea y posterior a la instalación del cable submarino.	
Factores ambientales		
Agua superficial	En la Región hidrológica 32-Yucatán Norte no se registran corrientes de agua superficiales.	
Medio marino	El medio marino del SA es dominado por la corriente del canal de Yucatán, cuya dirección varía de noreste a noroeste, con velocidad máxima de 2.5ms$^{-1.}$ La corriente no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía, su velocidad máxima se encuentra en la parte superficial decreciendo gradualmente hasta los -800m. El agua costera es buena. En el SA, se registra una temperatura superficial promedio de 26.80°C. Durante estas etapas, al no existir ningún tipo de medida (prevención, mitigación o compensación), las obras contemplan la dinámica del medio marino y por consiguiente contribuyen al impacto ambiental sobre las estructuras y ecosistemas presentes en el área de influencia directa e indirecta del mismo.	En el Área del proyecto, se impacta negativamente al medio marino.
	Para llevar adecuadamente el desarrollo del proyecto, la Supervisión Ambiental, estará presente durante todo el proceso y realizará inspecciones identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata. Entre estos posibles impactos está la resuspensión excesiva de sedimentos y su migración a zonas vecinas a través del cual se deberá inducir antes y durante el proceso de instalación. Por otro lado, se implementará un programa de prevención, rescate y monitoreo que permita comprobar la condición de los componentes ambientales identificados y evaluados, simultánea y posterior a la instalación del cable submarino. Además, se implementará un programa de manejo integral de residuos, el cual disminuirá al máximo los riesgos de contaminación de sedimentos marinos y ayudará a implementar de manera efectiva medidas de mitigación en materia de residuos.	
Suelo	En el proyecto y SA existe un suelo de tipo Arenosol. Con el desarrollo del proyecto durante estas etapas la superficie de conservación del Área del Proyecto, se	El desarrollo urbano se apega a la zonificación ambiental y urbana aplicable en

	modifican las características físicas y químicas de este cuerpo natural. Lo anterior, repercute directamente en los procesos de degradación del suelo, pudiendo llegar a niveles muy extremos.	los instrumentos de planeación y ordenamiento vigentes por lo que el suelo mantiene procesos de degradación a causa de la estructura urbana y actividad turística proyectada. En el Área del Proyecto se incrementan de manera importante los procesos de erosión, degradación física y química del suelo por lo que pierde su calidad y función. Incrementa además el riesgo de contaminación de cuerpos de agua al estar degradado y erosionado, pierde su función como protección y beneficio al ecosistema.
	Para llevar adecuadamente el desarrollo del proyecto, la Supervisión Ambiental, estará presente durante todo el proceso y realizará inspecciones identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata. Entre estos posibles impactos está la resuspensión excesiva de sedimentos y su migración a zonas vecinas a través del cual se deberá inducir antes y durante el proceso de instalación. Además, se implementará un programa de manejo integral de residuos, el cual disminuirá al máximo los riesgos de contaminación y ayudará a implementar de manera efectiva medidas de mitigación en materia de residuos.	
Vegetación	El SA del Proyecto tiene una cobertura de vegetación inducida; vegetación secundaria y vegetación secundaria con individuos de palma de coco (*Cocus nucifera*), así como remanentes de uva de mar (*Scaevola plumieri*) y lechuga de playa (*Scaevola taccada*) Existen dentro y cerca del área del proyecto elementos vinculados a la fragmentación del sistema, como por ejemplo vialidades como la carretera a Punta Sam. Lo anterior ya que	Se extiende la vigencia, se actualiza o se sustituye por otro instrumento y por lo tanto la distribución y calidad de la vegetación dependen de las estrategias de conservación

	su presencia genera cambios en el estado de la vegetación por el deterioro ocasionado por el tránsito de vehículos o personas, llevándola a estados sucesiones distintos (vegetación secundaria). Respecto a los ambientes marinos, se identifican 7 tipos de fondo y comunidad: Arenal (59.20%), Arenal con algas (17.92%), Pastizal con algas (8.63%), Pastizal disperso (3.01%), Pastizal denso (4.98%), Laja (5.69%) y Laja rugosa (0.57%), los cuales pueden sufrir fragmentación ocasionada por el mal posicionamiento del cable submarino y por la intervención durante las etapas de construcción y operación en el área de estudio.	definidas a partir de ello. De acuerdo con proyecciones de Cambio Climático (Pedrozo, 2012), se esperan pérdidas en los sistemas de humedales y manglar de entre el 94-98%, por el aumento del nivel medio del mar. En el Área del Proyecto, dado que no se han aplicado medidas de prevención, mitigación de ninguna índole, tras el desarrollo del proyecto, se ha degradado las zonas de conservación. Asimismo, existe presencia de especies invasoras que comienzan a alterar el estado sucesional de las áreas aledañas al Área del proyecto ya que se han propagado con éxito. Por último, se genera contaminación de residuos sólidos y líquidos que comprometen la calidad del suelo en la zona.
	Durante las tres etapas del proyecto se implementará un programa de prevención, rescate y monitoreo que permita comprobar la condición de los componentes ambientales identificados y evaluados, simultánea y posterior a la instalación del cable submarino.	
Fauna	Al no implementarse medidas de prevención, mitigación o compensación durante esta	El comportamiento y distribución de la fauna se ve comprometido por el desarrollo de proyectos y obras en el SA.

	etapa, se presentan los siguientes impactos: Muerte accidental por atropello asociado a la presencia de vehículos y maquinaria, contaminación del hábitat, perturbación por contaminación auditiva, perturbación por contaminación lumínica y perturbación por contaminación física.	Si el proyecto se implementa sin medidas de prevención, mitigación o compensación, es muy probable que los impactos negativos previstos para la fauna se presenten y aumenten su magnitud: perturbación por contaminación auditiva o lumínica, perturbación por contaminación física o perturbación del hábitat, entre otros. Lo anterior, por consiguiente, derivaría en un escenario no deseado con afecciones permanentes a las especies de fauna registradas en la región alterando cadenas tróficas, uso del hábitat, comportamiento de individuos, ciclos reproductivos y potencialmente afectando a especies de interés como las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Durante las tres etapas del proyecto se implementará un programa de prevención, rescate y monitoreo que permita comprobar la condición de los componentes ambientales identificados y evaluados, simultánea y posterior a la instalación del cable submarino.	
Paisaje	El paisaje del proyecto y SA se encuentra dominado por formas de relieve planas, con comunidades de vegetación que han sido fragmentadas y perturbadas (desarrollo turístico y expansión de la mancha urbana). Por lo anterior, la realización de obras y actividades temporales en el SA del Proyecto, considerando que todas las actividades que serán desarrolladas durante las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento del Proyecto serán propensas a generar residuos sólidos urbanos, cuyos efectos potenciales incluyen la contaminación y la afectación visual que impida posicionar el destino turístico como altamente competitivo en aspectos de sustentabilidad.	
	A nivel paisaje, la fracción costera representa una zona aprovechable o disfrutable principalmente por las actividades turísticas y pesqueras. Por lo tanto, la realización de obras y actividades temporales en el SA del Proyecto, considerando las actividades permitidas por los ordenamientos, no representa una afectación visual permanente que impida posicionar el destino turístico como altamente competitivo en aspectos de sustentabilidad, estableciendo medidas preventivas y de adaptación para los efectos que serán compatibles con el entorno. Por lo anterior se implementará un programa de manejo integral de residuos.	
Externalidades ambientales (escala municipal)	Los procesos perturbadores con muy alto rango de peligrosidad en el SA (hundimientos, erosión, ciclones tropicales y aumento de marea), continúan presentándose. Las zonas más vulnerables a la perturbación y en las que probablemente se presenten impactos ambientales adversos son aquellas con alta fragilidad ambiental, lo anterior por su susceptibilidad ante los cambios de uso de suelo, cercanía a vías de comunicación o a sitios con planes de urbanización.	
	Mediante la implementación de las acciones que permiten cumplir los objetivos de cada uno de los Programas y Subprogramas del SMGS-TAFSMX, se prevendrán, mitigarán y/o compensarán. Los impactos identificados. los Programas y sus	

	respectivos Subprogramas contienen medidas que inciden directamente sobre alguno de los impactos identificados, así como medidas que se enfocan en generar conciencia en los actores que producen dichos impactos y así disminuirlos.

Por lo anterior, el SMGS-TAF-MX funciona a partir de Programas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto.

7.5. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis de los tres escenarios planteados en el presente capítulo y apartado, a continuación, se presentan una serie de conclusiones sobre el pronóstico ambiental en el SA:

Existen factores (principalmente sociales y económicos), que no resultan modificados de manera significativa entre un escenario y otro. Lo anterior ya que las tendencias sociales y económicas son reguladas por otros factores de escala superior y en las que el desarrollo o no del proyecto no tendrá un impacto. Ejemplo de lo anterior es: la organización municipal, las proyecciones de crecimiento demográfico, los Instrumentos de Ordenamiento Ecológico Territorial, Instrumentos de Planeación urbana y problemáticas y externalidades ambientales.

El Proyecto es viable desde el punto de vista ambiental y legal, ya que coadyuvará en el desarrollo urbano organizado, la regulación de las actividades turísticas y la minimización de impactos ambientales potenciales y el deterioro del SA. Lo anterior siempre y cuando se realice en apego a los instrumentos que regulan el área en materia de Ordenamiento Ecológico Territorial, Desarrollo Urbano y Planes de manejo de Áreas Naturales protegidas. Asimismo, esto será posible siempre y cuando se incluyan las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.

Aunque se reconoce que la implementación del proyecto implica la generación de impactos ambientales negativos, si son mitigados de manera oportuna y con las medidas contempladas en el capítulo 6 de esta MIA-P, podrían minimizarse de manera significativa. Por lo anterior, el diseño del Proyecto se basó en un proceso de planificación ambiental. Se espera que esto garantice la prevención y mitigación de los impactos ambientales descritos en el capítulo 5, el cumplimiento a los instrumentos legales y normativos aplicables al Proyecto.

Trans Americas Fiber System México

CAPÍTULO 8: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y LOS ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN VERTIDA EN LA PRESENTE MANIFESTACIÓN

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y LOS ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN VERTIDA EN LA PRESENTE MANIFESTACIÓN 2
8.1. INTRODUCCIÓN 2
8.2 . PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 2
8.2.1. Figuras 2
8.2.2. Cartografía. 2
8.2.3. Fotografías 2
8.2.4. Videos 2
8.3. OTROS ANEXOS 3
8.3.1. Memorias 3
8.4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LOS DIFERENTES ANÁLISIS 3
8.4.1. Metodología para la caracterización de biota marina 4
8.4.2. Metodología para la simulación numérica de oleaje, corrientes y transporte de sedimentos basadas en diferentes escenarios (estudio metoceánico) 10
8.4.3. Metodología para la evaluación de impactos ambientales 14
8.4.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica 15
8.4.3.2. Listas de chequeo 16
8.4.3.3. Matrices de interacción 19
8.4.3.4. Determinación de la significancia 24

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y LOS ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN VERTIDA EN LA PRESENTE MANIFESTACIÓN

8.1. INTRODUCCIÓN

La fracción VIII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la MIA-P, en atención a esta disposición, en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del Proyecto.

8.2. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información contenida en esta MIA-P, se presenta como textos originales, figuras y cartografía específicamente desarrollada para el proyecto.

8.2.1. Figuras

Dentro del documento se integran figuras esquematizadas en donde se representan aspectos del contexto regional como la geología, suelos, regiones hidrológicas, etc. Éstas se han realizado con base en la cartografía preparada por el INEGI que versan sobre la información general, en algunos casos sobre los registros bibliográficos que se encuentran en la literatura especializada. Asimismo, se integran algunos esquemas ilustrativos a manera de cuadros sinópticos, esquemas o imágenes, en los que se busca esquematizar procesos particulares de interés del proyecto.

8.2.2. Cartografía.

Se presenta un Anexo Cartográfico en el cual se integran archivos georrefenciados en formato shp., kml.y dwg. El material cartográfico original, a su vez se muestra de manera integrada al texto en cada uno de los capítulos que conforman a esta MIA-P.

8.2.3. Fotografías

Las fotografías del sitio donde se pretende realizar el proyecto, se muestran de manera integrada al texto, por lo que mediante imágenes a color se muestran algunos de los escenarios en torno al proyecto.

8.2.4. Videos

No se contempló este formato de presentación de la información.

8.3. OTROS ANEXOS

Como parte del contenido de esta MIA-P a lo largo de los 8 Capítulos se presenta información complementaria como anexos que incluyen de manera detallada la metodología empleada para diferentes análisis. A continuación, se muestra la relación de estos:

Anexo 1.1. Acta constitutiva de la entidad promovente

Anexo 1.2. Cambio de denominación de régimen y nombramiento del consejo de administración

Anexo 1.3. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Anexo 1.4. Identificación oficial del representante legal.

Anexo 1.5. RFC del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

Anexo 1.6. CURP y cédula del responsable técnico de la elaboración del estudio

Anexo 1.7. Cédula Profesional del responsable Técnico del Estudio de Impacto Ambiental

Anexo 4.1. Estudio meteorológico – oceanográfico

Anexo 4.2. Estudio de caracterización de la biota marina

Anexo digital 4.3. Memorias de caracterización de la biota marina

8.3.1. Memorias

No se contempló este formato de presentación de la información.

8.4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LOS DIFERENTES ANÁLISIS

La metodología empleada para los análisis presentados en los diferentes capítulos de la MIA-P se presenta integrada al texto o bien como parte de los anexos. A continuación, se detalla la localización de la metodología empleada.

Tabla 8.1. Desglose de la localización de la descripción de la metodología empleada para los diferentes análisis.

Documento	Metodología presentada
Anexo 4.1. Estudio metoceánico (meteorológico – oceanográfico)	1. Procesamiento de información batimétrica

Documento	Metodología presentada
Anexo 4.2. Caracterización de la biota marina	2. Caracterización biótica

8.4.1. Metodología para la caracterización de biota marina

El trabajo de campo se llevó a cabo durante los días días 22 y 23 de mayo, y 24 y 25 de julio. Se eligieron 99 sitios de muestreo distribuidos a lo largo del área de estudio, la cual se dividió en 3 secciones para efectos del análisis: Isla Mujeres, Canal y Puerto Juárez. Se estableció un muestreo estratificado por sección y por tipo de ambiente, considerando la extensión y heterogeneidad de cada uno.

Muestreo

El muestreo consistió en identificar los diferentes tipos de ambientes que se encuentran dentro del área de estudio y en realizar una descripción detallada de la biota marina conspicua del lugar, siguiendo los métodos y análisis que se describen a continuación.

En cada sitio de muestreo se llevó a cabo un levantamiento de información para determinar las características generales del sitio de acuerdo con la siguiente información:

Tabla 8.2. Registro de información para la etapa de prospección en cada sitio de muestreo.

Parámetro	Descripción
Referencia geográfica	Coordenadas UTM (X, Y)
Profundidad del sitio	Profundidad máxima y mínima del sitio (m)
Tipo de fondo	Reconocimiento del tipo de suelo marino: Laja calcárea lisa, Laja calcárea con relieve, Arena, etc.
Comunidad bentónica dominante	Biota evidente y más abundante que prevalece en el sitio demuestreo: Macroalgas, Gorgonaceos, Corales, etc..
Tipo de hábitat	Descripción de la composición de especies característica en el sitio, identificación del tipo de organismos presentes en función de su tamaño, forma o distribución dentro del área, y rasgos particularesque lo identifiquen.
Hábitat denso	Si/No, en función de la abundancia del elemento biótico dominanteen el punto de muestreo
Hábitat homogéneo	Si/No, en función de que tanto varía la composición de loselementos bióticos en el punto de muestreo.
Hábitat extenso	Si/No, en función del área que abarca el mismo tipo de hábitat enel punto de muestreo.

Observaciones generales	Características sobresalientes del sitio de muestreo

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

En cada sitio de muestreo se tendió un transecto de 30 metros de longitud, de acuerdo con el programa de monitoreo sinóptico del SAM[1], el protocolo AGRRA[2], y estudios de caracterización de los arrecifes del Caribe Mexicano[3]. El transecto sirvió como referencia para el registro de la información que permitiera estimar los parámetros poblacionales y comunitarios de los principales grupos taxonómicos, de acuerdo con las siguientes especificaciones de la técnica de muestreo según el grupo taxonómico (Tabla 8.3).

Tabla 8.3. Técnicas de muestreo por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el área de estudio mediante el uso de transecto de 30 m de distancia.

Grupo taxonómico	Técnica de muestreo
Corales duros (Escleractinios)	Se registró el número de organismos por especie. Para estimar la cobertura se registró el número de centímetros que ocupaban las colonias que se encontraron debajo del transecto (transecto de intercepción). Para estimar la densidad de colonias se contaron las colonias que se encontraron a 1 metro a cada lado del transecto (transecto de banda). Se midió el tamaño de las colonias que se encontraron debajo del transecto. Se registró su forma de crecimiento y su condición de salud.
Corales blandos (Gorgonaceos)	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto (transecto de banda), registrando también la talla de cada individuo.
Peces (Ictiofauna)	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto y sobre la columna de agua (transecto de cilindro), registrando también la talla de cada individuo.
Invertebrados marinos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto (transecto de banda), incluyendo: Esponjas, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Crustáceos.
Vegetación marina (Macroalgas)	Se colocan cuadrantes de 25 cm^2 divididos en cuadros de 5X5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5X5 cm ocupados por cada especie.

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

El muestreo se llevó a cabo mediante el uso de buceo SCUBA. Los organismos registrados durante el muestreo fueron identificados in situ. Para los escleractinios se utilizaron las claves y guías de campo Smith, 1972, Greenberg y Greenberg, 1977, Castañares y Soto, 1982, Zlatarsky y Martínez, 1982; Colin, 1988 y Humann, 1993a. Para gorgonáceos las

[1] (Almada-Villela, 2003),
[2] (Lang, et al., 2013)
[3] (Gutiérrez et al, 1993; 1995; Padilla, et al., 1994).

claves de Cairns, 1977; Bayer, 1961; Bayer, et al., 1983 y Humman, 1993a. Para algas se usó la clave visual de Littler et al., 1989 y la de Humman, 1993. Para peces se usaron las claves de Chaplin, 1972; Greenberg y Greenberg, 1977 y Stokes, 1984; además de guías sumergibles para uso turístico. Para los invertebrados Humann, 1993b y Andrews, 1994 (Figura 8.1).

Figura 8.1. Método de muestreo para la caracterización biológica: Transecto de línea de 30 m de largo y cuadrante para registro de vegetación marina.



Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

La caracterización de la biota marina incluyó el registro de información para evaluar el estatus de individuos y poblaciones, así como el grado de integridad ecológica del sistema, de acuerdo con los siguientes indicadores.

Tabla 8.4. Parámetros indicadores para la caracterización ambiental de la biota marina para el proyecto.

Índices o indicadores	Definición	Objetivo
Riqueza de especies	Es el conjunto de especies de un taxón dentro de un área determinada.	Indicar las especies presente, las potencialmente utilizables como bio-indicadoras y/o de interés especial.
Abundancia relativa	Es la proporción del tamaño poblacional de una especie con respecto al total de la población de las especies simpátricas, en el grupo de interés	Determinar la tendencia poblacional y obtener información para los índices de diversidad (cobertura y densidad)
Índice de diversidad de especies	Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utiliza el índice de Shannon-Wiener (H')	Estimar el número de especies presentes en un áreadeterminada

Índices o indicadores	Definición	Objetivo
Distribución	Se estima la relación entre las especies de fauna marina y los tipos de ambientes	Número de especies por hábitat
Similitud entre los diferentes hábitats	Asociación de especies de fauna silvestre con relación a los diferentes ambientes.	Determinar ambientes indicadores de recambio de especies
Indicadores biológicos	Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema.	Conocer sobre la condición ambiental del área e identificar posibles factores adversos.
Especies	de interés particular	Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como status o carisma.
Zonación ambiental	Caracterización del ambiente considerando aspectos físicos y biológicos.	Prospección

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

El análisis de resultados que se realizó para caracterizar la biota marina en el área de estudio considera los siguientes parámetros:

i. Composición específica, distribución y abundancia

Se presenta un listado de especies por taxón y por zona de muestreo para representar la composición específica y la distribución de especies en el área de estudio. Se presenta una estimación de abundancia para todos los grupos taxonómicos de organismos arrecifales considerados en este estudio. En el caso de los escleractinios y las algas se obtuvo una estimación de la cobertura de cada uno de estos taxones, expresada como el porcentaje de tejido vivo que cada uno ocupó en el transecto. En el caso de los gorgonaceos, los peces arrecifales y los invertebrados se obtuvo una estimación de densidad con base en el número de colonias/individuos que se encontraron por metro cuadrado de área de muestreo. También se incluye un listado de especies por grupo taxonómico con un estimador de abundancia relativa por especie para cada una de las zonas de muestreo. Este estimador de abundancia relativa se presenta en las categorías, de acuerdo con la frecuencia relativa, expresada en porcentaje, que cada especie obtuvo dentro de la muestra (Tabla 8.5).

Tabla 8.5. Categorías de abundancia relativa.

CATEGORIA	DESCRIPCION	Fca. RELATIVA (%)
D	Dominante	>20%
A	Abundante	10-20%
C	Común	5-10%
E	Escaso	1-5%
R	Raro	<1%

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

ii. Diversidad y Equitabilidad

A partir de los datos de abundancia específica se obtuvieron dos estimadores de la diversidad biológica por grupo taxonómico para cada una de las zonas de muestreo: Riqueza específica e índice de diversidad de Shanon-Wienner (H'); y una medida de la heterogeneidad a través del valor de Equitabilidad (J').

iii. Formas de crecimiento

Este parámetro se consideró para los corales escleractinios, ya que presentan un crecimiento indeterminado y cuyas formas de crecimiento pueden servir como indicadores de las condiciones ambientales a las cuales están sujetos. De esta manera se registró la forma de crecimiento de los escleractinios con base en categorías (Tabla 8.6). El análisis de este parámetro se muestra como un histograma de frecuencias por categoría de forma de crecimiento para todos los sitios de muestreo.

Tabla 8.6. Categorías para las formas de crecimiento de los escleractinios.

ESCLERACTINIOS	
Categoría	**Forma de crecimiento**
dig	Digitiforme
inc	Incrustante
mas	Masiva
ram	Ramificado

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

iv. Estructura de tallas

El tamaño de los organismos se registró para los corales, gorgonaceos y los peces arrecifales con la intención de conocer la estructura de tallas de cada uno de estos taxa. Para ello, se utilizaron diferentes parámetros para estimar la talla; en el caso de los gorgonaceos se definió el tipo de colonia según su tamaño por especie, y para los peces se estimó la longitud total del cuerpo. El tamaño de los organismos se registró en clases de tamaño, para lo cual se definieron las categorías de talla para cada grupo taxonómico (Tabla 8.7). El análisis de estos datos se presenta como un histograma de frecuencias para cada taxón y por sitios de muestreo.

Tabla 8.7. Categorías de talla para cada taxón.

Clase de talla	GORGONACEOS	CORALES	PECES
I	Recluta (r)	<5cm	<5cm
II	Juvenil (j)	5-10 cm	5-10 cm
III	Adulto (a)	10-25 cm	10-20 cm
IV		25-50 cm	20-30 cm
V		50-100 cm	30-40 cm
VI		>100 cm	>40 cm

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

v. Condiciones del organismo

El estado de conservación en el que actualmente se encuentran los organismos arrecifales se evaluó de manera cualitativa, registrando el daño presente en el tejido vivo de las

colonias de los escleractinios y los gorgonaceos, por ser estos los organismos más importantes debido a su papel ecológico y abundancia en la zona.

En el caso de los escleractinios se determinó la presencia de blanqueamiento, mortalidad parcial o algún otro tipo de enfermedad. En el caso de los gorgonaceos se registró únicamente sí la colonia estaba sana o presentaba algún tipo de daño, ya fuera ruptura, crecimiento de epibiontes, enfermedad o depredación (Tabla 8.8). El análisis se presenta como un histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por sitio de muestreo.

Tabla 8.8. Categorías para el estado de conservación de escleractinios y gorgonáceos.

ESCLERACTINIOS		GORGONÁCEOS	
Categoría	**Condición**	**Categoría**	**Condición**
Sana	Sin daño	Sana	Sin tejido dañado
Sed	Sedimentación	Daño	Tejido con algún daño
Mant	Muerte antigua		
Mrec	Muerte reciente		
Blco	Blanqueamiento		

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

vi. Grupos funcionales

Para los grupos de peces arrecifales y para la vegetación marina se realizó un análisis de grupos funcionales. En el caso de los peces se consideró el tipo de alimentación de cada especie (Tabla 8.9) y en el caso de la vegetación marina el tipo de pigmento fotosintético, relacionado con el phyla al que pertenecen y a la textura de las macroalgas (Tabla 8.10). Se realizó un análisis de la distribución de frecuencias por grupo taxonómico de acuerdo con los grupos tróficos para los peces y los grupos morfofuncional para la vegetación marina.

Tabla 8.9. Descripción de las categorías tróficas definidas para peces arrecifales.

Categoría	Grupo trófico	Tipo de dieta
Bento	Bentófago	Cangrejos, camarones, anélidos, gasterópodos, estomatópodos.
Herbi	Herbívoro	Dieta a base de algas y pastos marinos
Carn	Carnívoro	Peces y otros animales
Omni	Omnívoro	Dieta mixta: Algas, anélidos, peces, copépodos, gasterópodos, antozoos, tunicados, cangrejos, esponjas, equinodermos
Planc	Planctófago	Cangrejos, camarones, estomatópodos, zoantarios y huevos de peces que forman el plancton

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

Tabla 8.10. Categorías definidas por grupo funcional para la vegetación marina.

VEGETACION MARINA	
Categoría	**Grupo morfofuncional**
Vcar	Clorophyta (verde) carnosa
Vcal	Clorophyta (verde) calcárea

Rcar	Rodophyta (roja) carnosa
Rcal	Rodophyta (roja) calcárea
Café	Phaeophyta
Pasto	Pasto marino
Ciano	Cianophyta

Fuente: (Caracterización de la biota marina, 2024).

8.4.2. Metodología para la simulación numérica de oleaje, corrientes y transporte de sedimentos basadas en diferentes escenarios (estudio metoceánico)

Escenario de condiciones normales

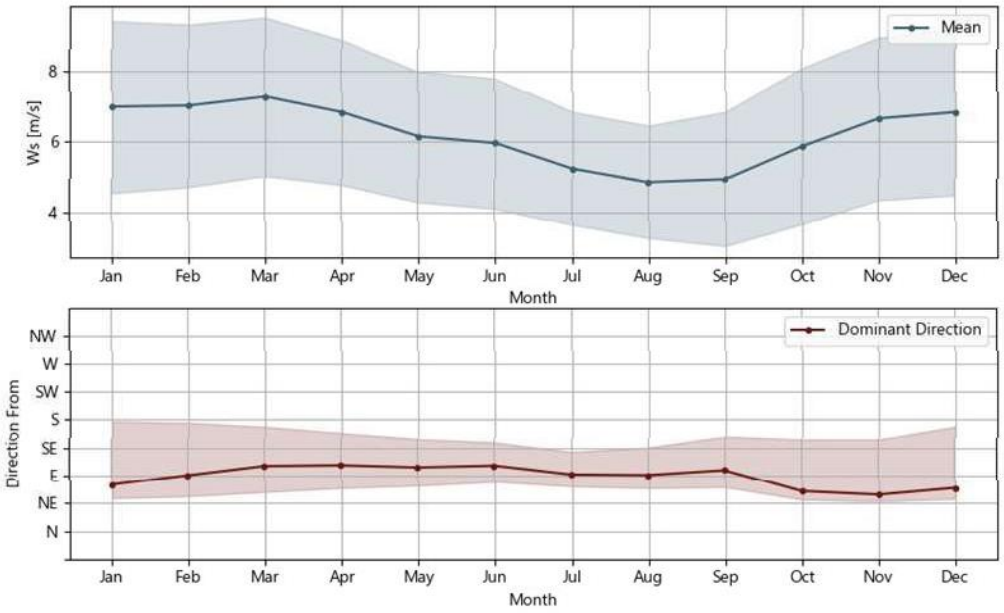
La serie temporal ERA se utilizó para derivar las condiciones normales en el área costa afuera del estudio. Se realizaron estadísticas estándar para el viento y las olas. Además, las mareas fueron caracterizadas y presentadas en la Tabla 8.11.

Tabla 8.11. Caracterización de mareas.

Tidal Descriptor	Height Relative to MSL [m]
Highest Astronomical Tide	0.189
Mean High Water Spring	0.127
Mean High Water Neap	0.031
Mean Sea Level	0.0
Mean Low Water Neap	-0.057
Mean Low Water Spring	-0.107
Lowest Astronomical Tide	-0.160

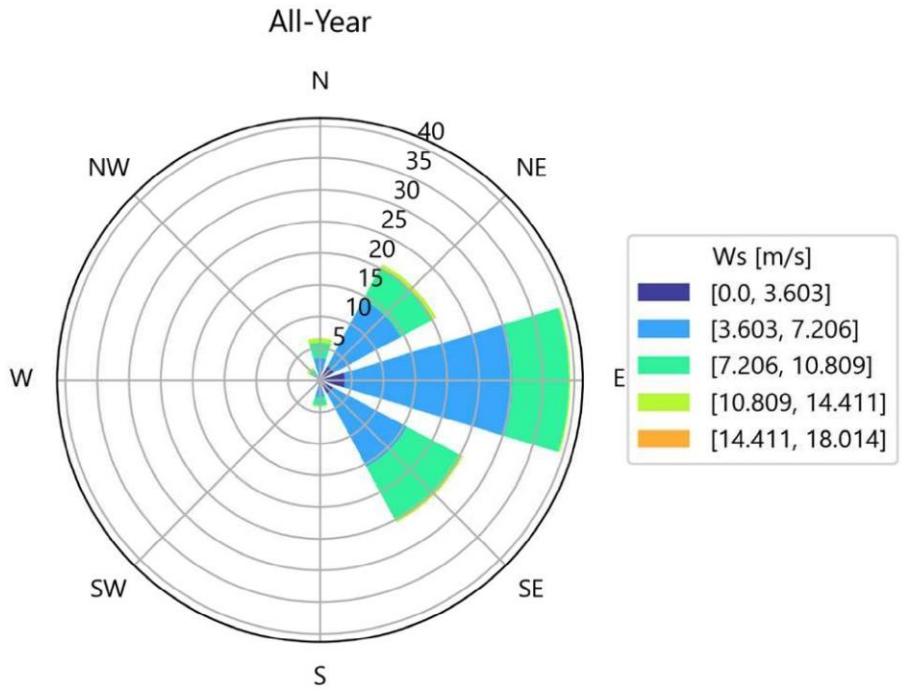
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.2. Estadística mensual para el viento en el área de estudio.



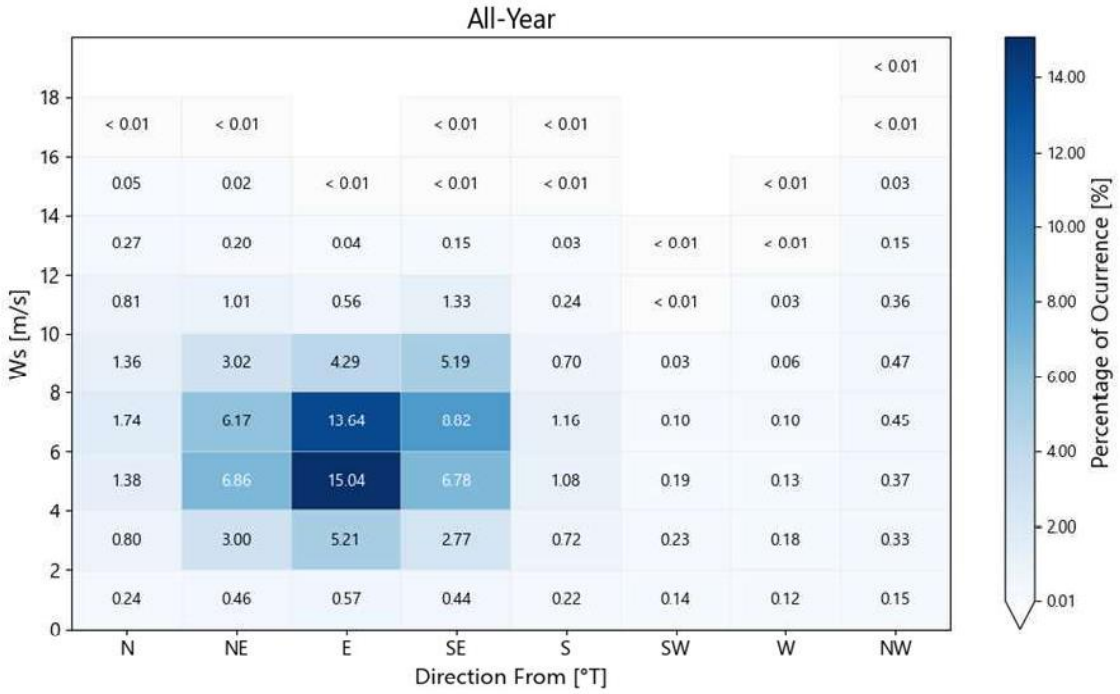
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.3. Rosa de vientos anual para el área de estudio.



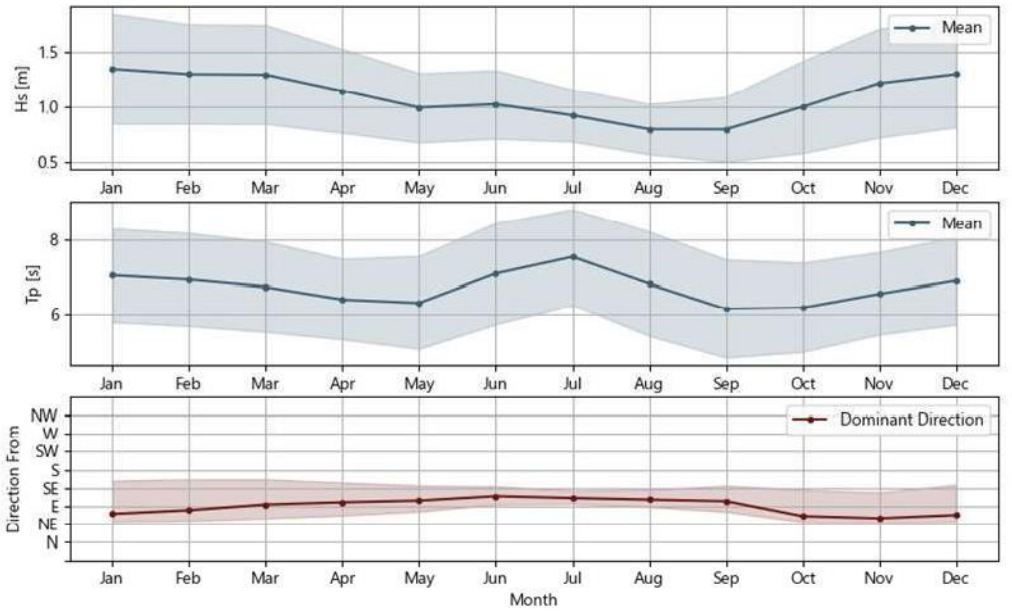
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.4. Frecuencia anual de distribución direccional del viento en el área de estudio.



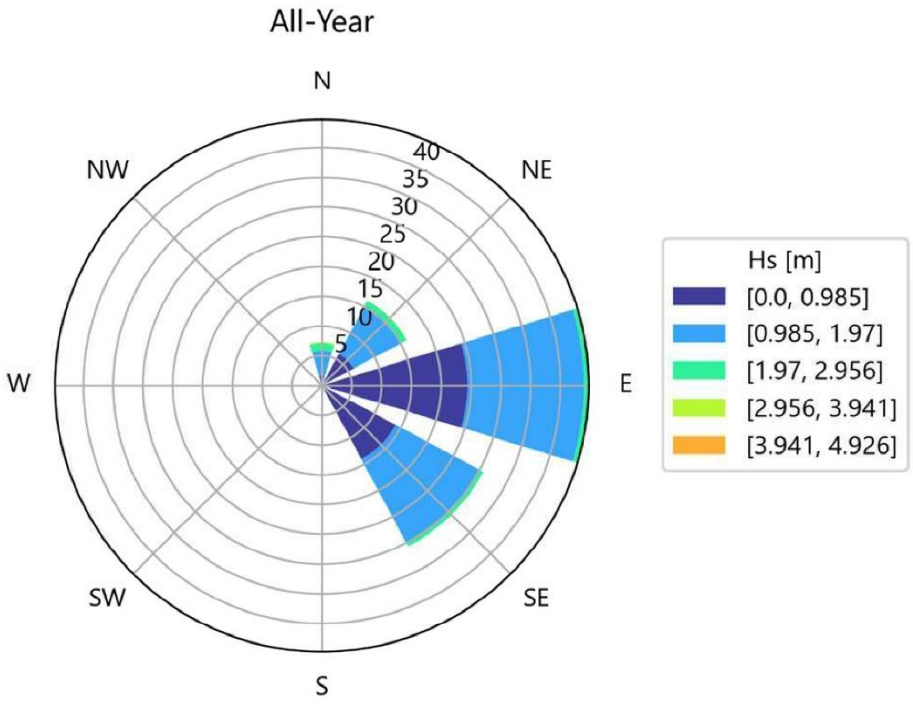
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.5. Estadística mensual para altura de olas en el área de estudio.



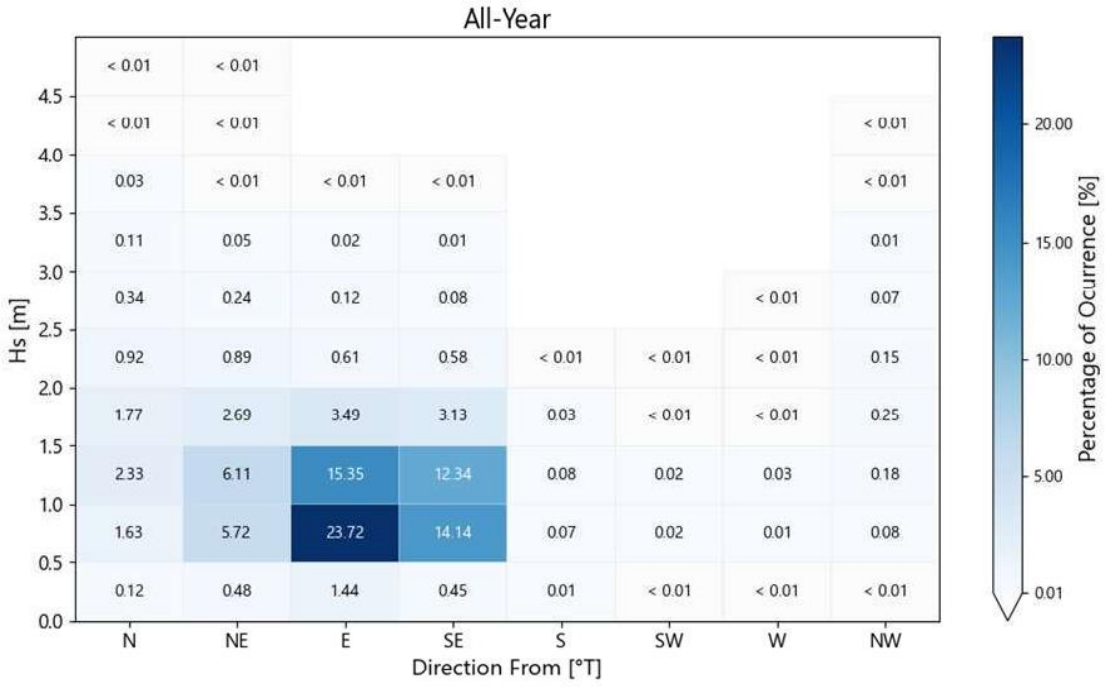
Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.6. Rosa de vientos anual para olas en el área de estudio.



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Figura 8.7. Frecuencia anual de distribución direccional de olas en el área de estudio



Fuente: (Estudio metoceánico, 2024).

Escenarios en condiciones de huracán

8.4.3. Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Dentro del proceso de la identificación de impactos ambientales, las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación, debido a la relevancia de este tipo de impactos en los componentes del entorno. En la literatura especializada (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005) se registran numerosas propuestas que en conjunto se caracterizan por su diversidad, siendo consistentes y coincidentes, muchas de ellas, en que no existe una metodología definitiva para esta identificación, por lo que las ópticas cruzadas y la conjugación de metodologías, disminuyen significativamente la subjetividad del proceso.

Con base en lo anterior para este Proyecto, el análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró los tres niveles ya descritos (elementos, procesos y ecosistemas) y que fue la base para la aplicación de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental (Tabla 8.12):

i) análisis por medio de los sistemas de información geográfica (SIG),

ii) listas de chequeo,

iii) matrices de interacción y

iv) juicio de expertos.

El uso combinado de estas técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto, e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los Sistemas de Información Geográfica fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales en una matriz cuantificable y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión geográfica que pudieran representar riesgos importantes a los ecosistemas; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos a los procesos y los elementos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobreestimación de los mismos otorgando un mayor valor técnico y científico al proceso.

Tabla 8.12. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como

Técnica	Alcances
	la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de los mismos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas, presenta algunas desventajas que son importantes considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

Fuente: Generación propia GPPA.

8.4.3.1. Cartografía temática y sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles y en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth. Se contó también con herramientas cartográficas generadas de manera particular para el proyecto, datos puestos a disposición por el INEGI y planos de usos del suelo y vegetación. Con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto (Capítulo 4).
- Definición espacial del área de estudio de la presente MIA (Capítulo 4).

Para determinar los límites del SA del Proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores:

a. Ambientes marinos: Se analizaron ls ambientes marinos para identificar unidades naturales distintivitas en la zona donde se ubica el proyecto.
b. Criterios normativos: Se analizaron los diferentes instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio aplicables a la zona, tales como el Plan Parcial de Desarrollo vigente y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local.
c. Resultados de la caracterización: Se analizaron los resultados de la caracterización ambiental realizada y de los resultados observados en campo, así como del análisis de la imagen satelital de Google Earth disponible.
d. Análisis de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

8.4.3.2. Listas de chequeo

Las listas de chequeo se elaboraron a partir de los factores naturales y socioeconómicos del entorno, susceptibles de ser modificados, así como de las acciones en cada fase del proyecto que pudieran generar impactos en dichos factores. Los impactos se dividieron de acuerdo con el nivel y el factor sobre el que inciden.

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de recibir impactos se procedió a elaborar una lista de chequeo por etapa en donde se relacionó cada actividad con los impactos que podrían producir y los factores ambientales que podrían afectar.

A cada impacto se le clasificó como negativo si sus efectos provocaban un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SA o implicaba una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan. En este sentido es importante señalar que, en el ámbito del desarrollo sustentable, se reconoce la necesidad y derecho de aprovechamiento de los recursos naturales, así como la necesidad de impulsar el desarrollo, siempre que este no genere alteraciones al entorno.

Es importante resaltar que la elaboración de las listas de chequeo se fundamentó no solo en la percepción de las interacciones de los componentes del entorno con el Proyecto, sino también en un detallado análisis de la cartografía temática disponible y el juicio de expertos. Así el proyecto no solo genera información nueva y relevante para el SA, sino que retoma la información disponible, mediante una retroalimentación científicamente fundamentada, para corroborar o desechar las hipótesis existentes.

En las tablas Tabla 8.13 a Tabla 8.15 se presentan las listas de chequeo correspondientes a las etapas de preparación, construcción y operación, respectivamente.

Tabla 8.13. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación.

Acción	Factor ambiental	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo y nivelación con equipo topográfico de las	Suelo	Características físicas del suelo	Modificación de las características físicas del suelo	n	
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies		p
	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	

Acción	Factor ambiental	Propiedad	Impacto	Signo	
áreas de trabajo	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Marcado, rescate y reubicación de especies animales y vegetales	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies	n	
Desmonte y despalme	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Atmósfera	Calidad	Modificación dela calidad del aire	n	
	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	
	Paisaje	Calidad	Modificación en la calidad del paisaje	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Instalaciones y obras provisionales	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado de presión hídrica	n	
		Calidad	Modificación de de la calidad del agua	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Total				15	9

Tabla 8.14. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Excavación, relleno y nivelación	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	
	Agua	Patrones de infiltración y escorrentía	Alteraciones en los patrones de infiltración y escorrentía	n	
	Aire	Calidad	Disminución de la calidad del aire	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Cimentación	Suelo	Estructura	Modificación de las características físicas del suelo	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
		Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Estructura	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Calidad	Modificación de la calidad del agua	n	
	Paisaje	Calidad	Modificación en la calidad del paisaje	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Acabados e instalación de servicios	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Calidad	Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recusos hídircos	n	
	Socioeconomía	Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Operación de obras provisionales	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Total				16	8

Tabla 8.15. Listas de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Actividades de vivienda, comerciales, recreativas, administrativ	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado de presión hídrica	n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
as y de conservación.		Calidad	Contaminación por residuos (sólidos y líquidos) y aumento en la demanda de recursos hídricos	n	
	Fauna	Densidad y riqueza de especies	Modificación de la densidad y riqueza de especies	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Limpieza y mantenimiento	Aire	Calidad	Modificación de la calidad del aire		
	Agua	Grado de presión hídrica	Aumento en el grado depresión hídrica	n	
		Calidad	Modificación de la calidad del aire	n	
	Suelo	Calidad	Modificación de la calidad del suelo	n	
	Socioeconomía	Capacidades	Fortalecimiento de capacidades de usuarios y trabajadores		p
		Salud humana	Impacto a la salud humana por contaminación (gases, polvo o ruido)	n	
		Residuos	Incremento en la cantidad de residuos que la municipalidad deberá gestionar	n	
		Demanda de insumos y servicios	Generación de empleos directos e indirectos por la demanda de insumos y servicios		p
Total				9	3

8.4.3.3. Matrices de interacción

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el SIG. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 del presente estudio.

Se elaboró una primera Matriz (Matriz 8.1) denominada de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha Matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

La Matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la

suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda Matriz, denominada de Evaluación de Impactos Ambientales (Matriz 8.2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo. El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz 8.1) y las listas de chequeo que le dieron origen.

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Expresión V.1):

    a. $I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

    a. $Incidencia = I – Imin / Imax – Imin$ Expresión V.2

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 8.1 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

Matriz 8.1. Identificación de Impactos Ambientales Potenciales para el Proyecto.

Factor	Flora marina	Fauna marina	Sedimentos marinos	Agua	Aire	Paisaje	Socioeconomía	Impactos por actividad	

Etapa	Impacto	Afectación temporal de la flora marina	Modificación de la densidad y riqueza de especies	Suspensión y dispersión de sedimentos	Modificación de la calidad del agua	Modificación de la calidad del aire	Modificación temporal del paisaje terrestre y	Beneficio por	Generación de	Negativos	Positivos	Total	Ponderación de impactos por etapa
Preparación	Establecimiento de ruta								+	0	1	1	1
Construcción	Instalación de obras marinas	-	-	-	-	-	-		+	-6	1	-5	-6
	Instalación de obras terrestres					-	-		+	-2	1	-1	
Operación y mantenimiento	Mantenimiento preventivo			-	-	-				-3	0	-3	-1
	Operación de cable submarino							+	+	0	2	2	
	Interacciones negativas	1	1	2	2	3	2	0	0	11	NA		
	Interacciones positivas	0	0	0	0	0	0	1	4	NA	5		
	Total de interacciones	-1	-1	-2	-2	-3	-2	1	4	-6			
		TOTAL											
Valor bruto		1	1	2	2	3	2	5		16			
Valor neto		-1	-1	-2	-2	-3	-2	5		-6			
Frecuencia		1	1	2	2	3	2	5		16			
% del total de interacciones		2.50%	2.50%	5.00%	5.00%	7.50%	5.00%	12.50%		40.00%			
% de interacciones efectivas		16.67%	16.67%	33.33%	33.33%	50.00%	12.50%	83.33%		246%			
No. interacciones posibles		40											

Tabla 8.16. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	**Mediano:** la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Rc)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).
Frecuencia (F)	**Poco frecuente:** el impacto se presenta en menos de un tercio de las actividades del proyecto.	**Medianamente frecuente:** el impacto se presenta entre un tercio y dos tercios de las actividades del proyecto.	**Muy frecuente:** el impacto se presenta en más de dos tercios de las actividades del proyecto.

Matriz 8.2. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales.

Impacto	Signo del efecto	C	A	S	T	Rv	Pi	Pm	Rc	F	E	Incidencia	Índice de Incidencia	Rango
Modificación de la calidad del aire	-	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	15	0.33	D
Suspensión y dispersión de sedimentos	-	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	15	0.33	D
Modificación de la calidad del agua	-	1	3	3	1	2	1	1	1	2	1	16	0.39	NS
Afectación temporal de la flora marina	-	3	1	3	2	2	1	1	1	1	1	16	0.39	NS
Modificación de la densidad y riqueza de especies	-	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	14	0.28	D
Modificación temporal del paisaje terrestre y marino	-	3	3	3	3	1	1	3	1	2	1	21	0.67	NS
Beneficio por servicio de telecomunicaciones	+	3	3	3	3	1	3	1	3	2	1	23	0.78	S
Generación de empleos directos e indirectos	+	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1	16	0.39	NS

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la siguiente tabla. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la

definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Tabla 8.17. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

Matriz 8.3. Significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Incidencia	índice de incidencia	Significancia
Aire	Modificación de la calidad del aire	-	15	0.33	D
Sedimentos marinos	Suspensión y dispersión de sedimentos	-	15	0.33	D
Agua	Modificación de la calidad del agua	-	16	0.39	NS
Flora marina	Afectación temporal de la flora marina	-	16	0.39	NS
Fauna marina	Modificación de la densidad y riqueza de especies	-	14	0.28	D
Paisaje	Modificación temporal del paisaje terrestre y marino	-	21	0.67	NS
Socioeconomía	Beneficio por servicio de telecomunicaciones	+	23	0.78	S
	Generación de empleos directos e indirectos	+	16	0.39	NS

8.4.3.4. Determinación de la significancia

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. Para poder estimar y medir la alteración de los diferentes componentes ambientales se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios de evaluación utilizados por la comunidad científica. Por ello en esta etapa se requiere de manera más intensiva del juicio de expertos (Gómez Orea, 2002).

Criterio jurídico

La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indican que no todos los impactos deben atenderse de la misma manera, sino que es necesario centrar la atención en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello es necesario describir y analizar los criterios que, con base en la definición arriba descrita, se consideraron en este caso.

Para atender el requerimiento de la autoridad, en el capítulo 6 se consideran medidas para evitar, compensar o mitigar todos y cada uno de los impactos ambientales identificados, sin embargo, en este capítulo se hace énfasis en aquellos que son considerados en la legislación.

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, y demás instrumentos jurídicos aplicables para la protección al ambiente, respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre.
- En peligro de extinción.
- Amenazada.
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies, radica en el estatus de protección que le asigne la Norma; así resulta obvio que el impacto

sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial. De esta forma, las medidas de mitigación ante tal impacto deberán ser diseñadas conforme a esta lógica, de tal forma que todos los impactos se encuentren atendidos en la justa medida de su significancia.

Igualmente, dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental. Las acciones que se lleven a cabo en las diferentes etapas del proyecto deberán apuntalar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas.

Criterio ecosistémico (integridad funcional)

La integridad funcional de los ecosistemas está dada por la interacción entre sus componentes bióticos y abióticos de tal forma que se mantengan las múltiples funciones del ecosistema por tiempo indefinido (Crabbé et al. 1999). Callicot et al. (1997) la definen también como el conjunto de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas.

El nivel significativo de un impacto según este criterio se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y con ello un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción del gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

La *valoración ambiental* está basada en un enfoque antropocéntrico y utilitario. Aunque no incluye todos los posibles valores, es más amplia de lo que parece y recoge o trata de recoger todos los que contribuyen a la satisfacción o bienestar de la humanidad. El medio ambiente o los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad que determinan su valor y son los siguientes (Linares y López, 2008):

- Fuente de recursos productivos: se puede medir por su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción.
- Sumidero de residuos: contribuyen a la función de producción y se pueden medir a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan.
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción): se deriva del disfrute de los bienes ambientales y puede tener carácter consuntivo (ej. pesca) o no (ej. senderismo), o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (valor de existencia).
- Servicios de soporte a la vida en la Tierra. Regulación del clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes.

Una interpretación errónea del valor ambiental es estimar el mismo a partir del costo de reemplazo; es decir, determinarlo en función de lo que costaría sustituir los servicios del bien ambiental por otros similares, ya que esto no considera un gran número de beneficios que son irremplazables (Linares y López, 2008).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto a partir del conocimiento generalizado existente sobre la importancia del recurso, ambiente o ecosistema para cubrir necesidades humanas o brindar servicios ambientales. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-P.

Criterio de capacidad de carga

La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar.

Cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos del área protegida, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado (Cifuentes 1992).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

En el caso que nos ocupa el Proyecto colindancia con un área natural protegida. Es por ello que la significancia según este criterio se midió en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales en el SA, de acuerdo con lo establecido en diversas Normas Oficiales Mexicanas.