



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# CAPÍTULO I

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

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



## Contenido

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1. Datos generales del proyecto.....</b>	<b>3</b>
I.1.1. Nombre del proyecto.....	3
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3. Duración del proyecto.....	3
<b>I.2. Datos generales del proyecto.....</b>	<b>3</b>
I.2.1. Nombre o razón social.....	3
I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del Promovente.....	4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.....	4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	4
<b>I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.....</b>	<b>4</b>
I.3.1. Nombre o razón social.....	4
I.3.2. Dirección.....	4

## Contenido figuras y tablas

<i>Fig. I.1 Ubicación del proyecto.....</i>	<i>3</i>
---	----------

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

### I.1. Datos generales del proyecto.

#### I.1.1. Nombre del proyecto.

“Muelle Cozumel, Terminal de Cruceros”

#### I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubicara en la costa noroeste de la isla de Cozumel, Quintana Roo. Sobre la avenida Rafael E. Melgar, como lo muestra la siguiente figura.



Fig. I.1 Ubicación del proyecto.

#### I.1.3. Duración del proyecto.

Se estima una vida útil de 52 años y 6 meses, de los cuales 30 meses se utilizarán para la preparación y construcción del proyecto.

### I.2. Datos generales del proyecto.

#### I.2.1. Nombre o razón social.

Muelles del Caribe, S.A. de C.V.

**I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del Promovente.**

[REDACTED]

**I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.**

[REDACTED]

**I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

**I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.**

**I.3.1. Nombre o razón social.**

[REDACTED]

[REDACTED]

**I.3.2. Dirección**

[REDACTED]

[REDACTED]

**I.3.3. Teléfono**

[REDACTED]

**I.3.4. Correo Electrónico**

[REDACTED]

# CAPÍTULO II

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.*



## Contenido

<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.....</b>	<b>4</b>
<b>II.1. Información general del proyecto. ....</b>	<b>5</b>
II.1.1. Naturaleza del proyecto .....	5
II.1.2. Selección del sitio. ....	6
II.1.3. Ubicación del proyecto .....	6
II.1.4. Inversión requerida.....	7
II.1.5. Dimensiones del proyecto. ....	8
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. ....	8
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. ....	9
<b>II.2. Características particulares del proyecto. ....</b>	<b>9</b>
II.2.1. Muelle .....	10
II.2.2. Plataforma y escaleras .....	10
II.2.3. Puente peatonal.....	10
II.2.4. Terminal de cruceros. ....	10
II.2.5. Programa general del proyecto. ....	11
<b>II.3. Preparación del sitio. ....</b>	<b>13</b>
II.3.1. Obras y actividades provisionales del proyecto.....	14
<b>II.4. Etapa de construcción.....</b>	<b>17</b>
II.4.1. Muelle .....	17
II.4.2. Plataforma y escaleras en ZOFEMAT .....	32
II.4.3. Puente peatonal.....	33
II.4.4. Terminal de cruceros. ....	34
<b>II.5. Personal e Insumos.....</b>	<b>36</b>
<b>II.6. Maquinaria y equipo.....</b>	<b>37</b>
<b>II.7. Etapa de operación y mantenimiento.....</b>	<b>38</b>
II.7.1. Etapa de abandono del sitio. ....	40
II.7.2. Utilización de explosivos.....	40
II.7.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. ....	40

## Contenido tablas y figuras

<i>Tabla II.1 Superficies del proyecto.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla II.2 Zonas de ocupación. ....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla II.3 Programa general del proyecto.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla II.4 Requerimiento de personal. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla II.5 consumo de combustible por día de los equipos a utilizar durante las etapas de preparación y construcción del sitio. ....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla II.6 Equipo y maquinaria utilizada por etapas del proyecto. ....</i>	<i>37</i>

<i>Tabla II.7 Residuos sólidos más significativos que se presentan en la preparación del sitio y construcción.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla II.8 Tipo de residuo, manejo y disposición final, en la etapa de, preparación del sitio y construcción.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla II.9 Residuos Peligrosos de posible generación durante la construcción del proyecto.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla II.10 Tipo de residuo, manejo y disposición final, en la etapa de operación y mantenimiento.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla II.11 Niveles de ruido esperado por cada uno de los equipos de trabajo.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. II.1 Ubicación física del proyecto.....</i>	<i>7</i>
<i>Fig. II.2 Colocación de malla geotextil para control de finos suspendidos.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. II.3 Sección tipo de pilas para el proyecto.....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. II.4 Elevación transversal, estructura tipo del muelle.....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. II.5 Grúa sobre orugas avanzando sobre las plataformas del muelle.....</i>	<i>19</i>
<i>Fig. II.6 Tubos de acero para pilotes.....</i>	<i>20</i>
<i>Fig. II.7 Hincado de pilotes.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. II.8 Acoplamiento de sección de tubo.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. II.9 Armado de estructuras internas para los pilotes.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. II.10 Colocación de armado dentro del tubo de acero.....</i>	<i>22</i>
<i>Fig. II.11 Colado con concreto para fijar el acero de refuerzo.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. II.12 Armado de acero de refuerzo para traveses.....</i>	<i>24</i>
<i>Fig. II.13 Cimbra para elementos prefabricados.....</i>	<i>24</i>
<i>Fig. II.14 Colocación de armado en la cimbra.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. II.15 Colado de traveses y losas.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. II.16 Montaje de traveses prefabricados.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. II.17 Montaje de losas prefabricadas.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. II.18 Amarre de losas y traveses.....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. II.19 Colado con concreto de uniones entre traveses y losas.....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. II.20 ejemplo de pasarela tipo para el muelle.....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. II.21 Colocación de rejillas tipo Irving.....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. II.22 Detalle en planta para la construcción de duques de atraque y amarre.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. II.23 Elevación transversal.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. II.24 Características de las defensas de hule.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. II.25 Características de bitas tipo.....</i>	<i>31</i>
<i>Fig. II.26 Bita tipo para el proyecto.....</i>	<i>31</i>
<i>Fig. II.27 Instalación línea hidráulica.....</i>	<i>32</i>
<i>Fig. II.28 Diseño arquitectónico de plataforma en la ZOFEMAT.....</i>	<i>33</i>
<i>Fig. II.29 Estructura del puente peatonal.....</i>	<i>34</i>
<i>Fig. II.30 Planta arquitectónica.....</i>	<i>35</i>

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.

### Introducción.

En México la recepción de cruceros se ha afianzado como una de las líneas claves para la diversificación de la oferta turística derivado de su rápido crecimiento en años recientes. Entre 2013 y 2015 el incremento promedio de la llegada de viajeros por este medio de transporte fue de 21%, permitiendo que el país sea el líder global en la industria de cruceros.

En el país se percibe a nivel mundial mayor captación de divisas por medio de esta industria, la cual aporta 480 millones de dólares a la República Mexicana.

Actualmente de los seis puertos existentes en el país únicamente los de Cozumel y Majagual disponen de la infraestructura necesaria para recibir grandes embarcaciones, lo que en un mediano plazo podría llegar a limitar el flujo turístico en relación al incremento de la demanda del sector; por ello, el presente proyecto pretende coadyuvar en la construcción de infraestructura ideal para el atraque de embarcaciones de gran tamaño que llegan al lugar y así poder realizar el abordaje y desembarque del turismo en la zona.

Es importante mencionar que este proyecto será participe con el **Plan de Desarrollo Estatal de Quintana Roo (2016-2022)**, contribuyendo con la diversificación turística como bien lo menciona dicho Plan.

Para llevar a cabo la meta de dicho Plan de Desarrollo, el Gobierno Estatal implemento un Plan de Acción, el que a su vez se divide en programas y líneas de acción. En específico, el Programa 3. “Competitividad e Inversión”, menciona como objetivo impulsar la creación de empleos y el crecimiento económico en la región; particularmente, en la Línea de Acción 1.3.17, del programa mencionado, se enuncia la necesidad de diseñar y poner en marcha un programa de reactivación portuaria y modernización de transbordadores para incrementar la llegada de cruceros y la comercialización de mercancías. A su vez, en el programa 4 “Diversificación y Desarrollo del Turismo” (línea de acción 1.4.18), se menciona el impulsar la competitividad del sector de cruceros en Quintana Roo Derivado de lo antes expuesto, el proyecto coadyuvará a cumplir con el Plan de Desarrollo y las líneas de acción mencionadas.

## II.1. Información general del proyecto.

El proyecto “**Muelle Cozumel, Terminal de Cruceros**”, que en adelante será nombrado como **proyecto**, promovido por la empresa Muelles del Caribe, S.A. de C.V., se ubicará en la costa noroeste de la Isla de Cozumel, Quintana Roo, y tiene por objetivo construir un muelle que permita el atraque de buques de cruceros que llegan a la zona; por consiguiente, permitirá también el abordaje y desembarco de turistas. Además del muelle, el proyecto también considera un edificio que funcione como terminal de cruceros con el objetivo de recibir a las personas que aborden o desembarquen de los cruceros. La conexión entre el muelle y la terminal será mediante un puente peatonal que cruzará la Av. Rafael E. Melgar.

### II.1.1. Naturaleza del proyecto

El **proyecto**, de acuerdo con la Clasificación de las Actividades Económicas de INEGI, se encuentra dentro del sector terciario como parte de infraestructura para turismo, actividad que es la base principal de la economía del estado de Quintana Roo y, como tal, se encuentra dentro del Plan de Desarrollo del estado, al cual coadyuvará el proyecto.

El proyecto se localizará en la costa de Cozumel, y considera la construcción de un muelle en forma de “L” con una superficie de 1.16 ha, que permitirá el atraque de embarcaciones de hasta 362 m de eslora. El muelle será edificado sobre pilotes de acero (534 pilas de 40” de diámetro para las 24 plataformas y 216 pilas de 40” para los duques) y losas de concreto prefabricadas. Estará compuesto por el puente de acceso o pasarela y la plataforma de atraque. Su desplante iniciará en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), la cual se encuentra desprovista de vegetación costera, siendo importante señalar que se cuenta con una superficie autorizada de 0.11 ha en la ZOFEMAT. El área no ocupada por la estructura del muelle en la ZOFEMAT será utilizada para la colocación de una plataforma tipo muelle.

El muelle permitirá principalmente el atraque de grandes embarcaciones, buques y cruceros que continuamente llegan a la zona, permitiendo el abordaje y desembarque de pasajeros, y para proveerlos de servicios será necesario también construir una terminal de cruceros con una superficie de 1.1 ha, que permita albergar la llegada y posterior abordaje de pasajeros desde y hacia los cruceros. Esta terminal será construida frente al muelle cruzando la Av. Rafael E. Melgar, por lo que se construirá un puente peatonal (el cual conectará con la

plataforma tipo muelle en la ZOFEMAT), para seguridad de los pasajeros y a su vez no afectar el flujo vehicular en la zona.

### II.1.2. Selección del sitio.

El principal criterio para la selección del sitio del proyecto, es que la zona donde se pretende realizar tiene un uso de suelo de desarrollo urbano, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano Centro de Población de Cozumel.

Otro criterio considerado fue la no afectación a arrecifes. Esto se verificó con el trabajo de campo realizado al fondo marino, el cual no registró la presencia de estructuras de arrecifes; no obstante, se localizó vegetación dispersa debido a la existencia de arenas gruesas en el fondo (ver Capítulo IV).

### II.1.3. Ubicación del proyecto

El **proyecto** estará localizado tanto en zona terrestre (sobre la avenida Rafael E. Melgar en el km 3+625), como en zona marina y en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), en el municipio de San Miguel Cozumel, en el Estado de Quintana Roo.

Con respecto a la ZOFEMAT, es importante mencionar que el **proyecto** cuenta con la Concesión de Zona Federal Marítimo Terrestre Expediente 673/QROO/2018 con una superficie de 1,144.3856 m<sup>2</sup>.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto, y en cuanto a las coordenadas se integran en el **anexo-coordenadas**.

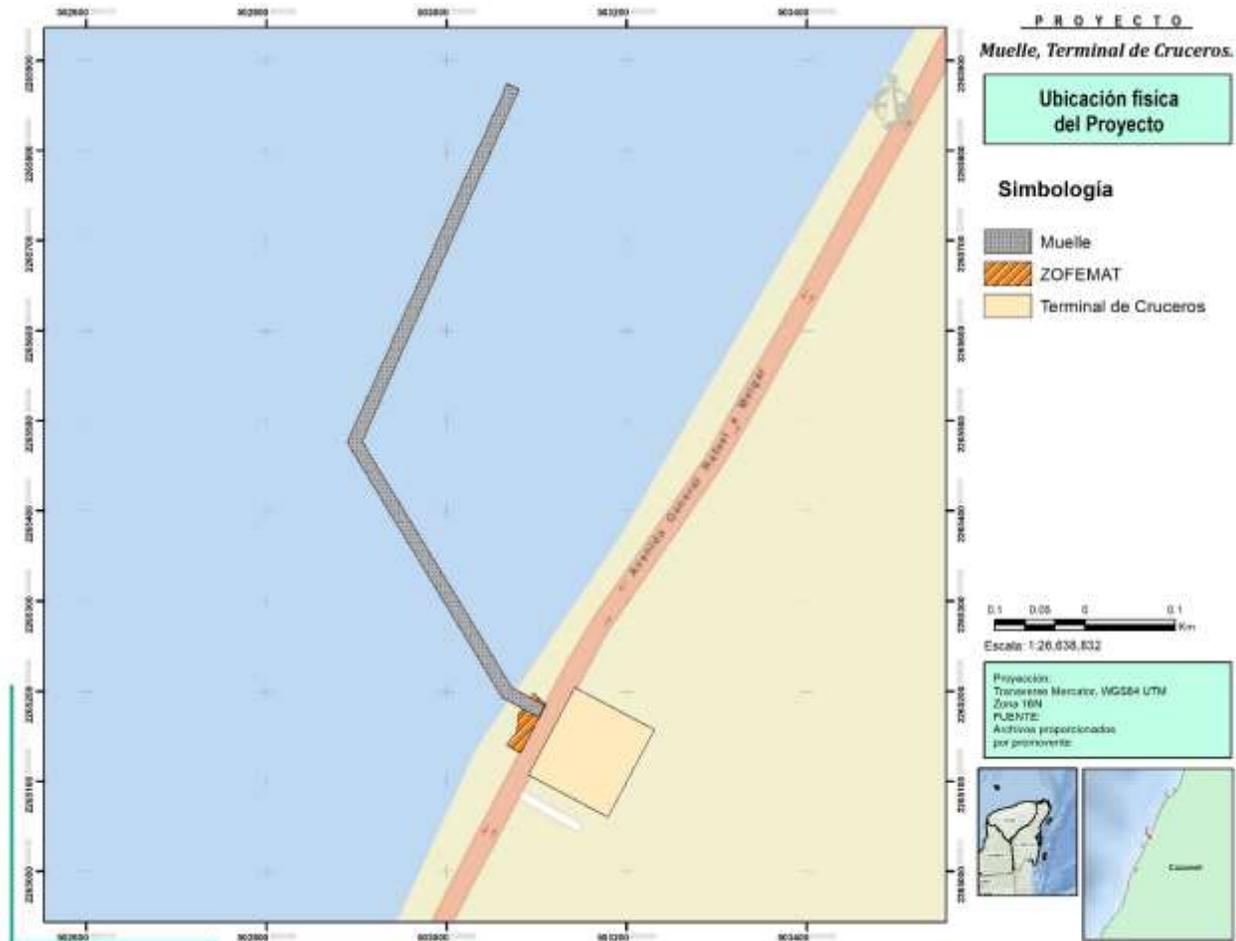


Fig. II.1 Ubicación física del proyecto.

Fuente: elaboración propia

#### II.1.4. Inversión requerida

La inversión estimada para la ejecución del proyecto será de **\$58,617,023.73 M.N.**, dentro de la cual se contempla un porcentaje para las medidas ambientales.

### II.1.5. Dimensiones del proyecto.

El proyecto tendrá una ocupación total de **2.354 ha** las cuales se desglosan en las siguientes tablas.

Tabla II.1 Superficies del proyecto

Zona	Superficie (ha)
ZOFEMAT	0.11
Zona Marina	1.134
Zona terrestre (puente, edificio terminal y estacionamiento)	1.11
<b>Total</b>	<b>2.354</b>

Tabla II.2 Zonas de ocupación.

Ocupación	Zona	Ha
Muelle	Zona marina	1.134
	ZOFEMAT	0.026
Plataforma	ZOFEMAT	0.084
Puente peatonal	Terrestre	0.0095
Terminal de Cruceros	Terrestre	1.1
	<b>Total</b>	<b>2.354</b>

En específico, la longitud del muelle será de 800 m por un ancho de 14 m.

### II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El uso actual del suelo donde se localizará el proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local es de uso predominante de Desarrollo antrópico en zona destinada para el aprovechamiento turístico, comercial, habitacional e infraestructura urbana. En la zona marítima las actividades predominantes son las náuticas, la navegación y fondeo de embarcaciones. Debido a lo cual el proyecto es compatible con los usos de suelo vigentes en la zona.

### II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El área donde se pretende realizar el proyecto es un espacio urbanizado, y que de acuerdo con el PDU de Cozumel se localizará dentro del Fondo Legal del municipio, en el cual más del 90% de la población cuenta con agua potable entubada, drenaje y energía eléctrica; así mismo, se cuenta con carreteras que comunican la zona urbana de Cozumel con los puntos de interés turístico, y con avenidas y calles que interconectan con las colonias del municipio.

El proyecto necesitará de servicios básicos urbanos, como lo son: agua, energía eléctrica y descargas residuales, como se menciona a continuación:

**Agua:** para la etapa constructiva del proyecto el agua a utilizar será proporcionada por camiones pipas, autorizados para su distribución. Para la operación se obtendrá el agua de la red municipal, estimándose que se tendrá un consumo que oscilará entre 40 y 60 m<sup>3</sup> diarios.

**Energía eléctrica:** la energía eléctrica necesaria para la construcción y operación del proyecto, como el alumbrado del muelle, puente y demás instalaciones, se obtendrá de la red municipal existente.

**Descargas residuales:** en la etapa constructiva se utilizarán sanitarios portátiles cuyos residuos serán manejados por la empresa contratada para proveer dicho servicio.

Con respecto a la operación, el edificio terminal de Cruceros contará con varios núcleos sanitarios cuya instalación de descarga residual estará conectada al drenaje municipal.

El proyecto también hará uso de los servicios de redes existentes en el municipio.

### II.2. Características particulares del proyecto.

Como ya se ha hecho mención, el proyecto se basa en la construcción de un puente de acceso y muelle que tendrán una longitud de 800 m. El muelle estará diseñado para el atraque de embarcaciones con una eslora de 362 m, manga de 66 m y calado de 9.32 m. También se construirá un puente peatonal y un edificio de 2 niveles (para diferentes usos) denominado terminal de cruceros. En los siguientes numerales se describen las características.

### II.2.1. Muelle

El muelle estará conformado por 24 plataformas y 18 duques de alba de atraque, para formar la pasarela y la zona de atraque. Los materiales con los que estarán contruidos será con losas de concreto precoladas, las cuales estarán soportadas por trabes longitudinales y transversales, estas a su vez descansarán sobre pilotes de tubo de acero, que servirán de cimentación en toda la estructura.

Para reducir el impacto de las embarcaciones sobre la estructura del muelle, se colocarán defensas tipo SEAGUARD; así mismo, se colocarán bitas DPI BOLLARD para 100 ton que permitan el amarre de los buques. Cabe señalar que para la ejecución y la operación del muelle **no** será necesario realizar **dragado** del fondo marino, dado que la profundidad existente es ideal para el calado que se contempla en las embarcaciones.

### II.2.2. Plataforma y escaleras.

Como se ha mencionado, en la ZOFEMAT se construirá una parte del muelle ocupando 0.026 ha de las 0.11 ha totales de zona; en el área restante, se construirá una plataforma de concreto tipo muelle, la cual estará apoyada sobre pilotes de tubo de acero y tendrá un acabado en madera. Sobre la plataforma se ubicará un elevador, una escalera peatonal y tres escaleras eléctricas que conducirán hacia el puente peatonal que conectará con la zona terrestre (terminal de cruceros).

### II.2.3. Puente peatonal

Se construirá un puente que permita el cruce de los usuarios entre el muelle y la terminal de cruceros de una manera segura. Este puente tendrá una superficie de 95 m<sup>2</sup> (.0095 ha) y su estructura será totalmente de concreto, apoyada sobre pilotes hincados a roca.

### II.2.4. Terminal de cruceros.

En la zona terrestre se realizará la construcción de un edificio de dos niveles nombrado "Terminal de Cruceros". Contará con una superficie de 1.1 ha, con el objetivo de servir como recepción para el abordaje y desembarque de pasajeros procedentes de los cruceros. Contará con locales para establecimientos de diferentes giros, sanitarios, estacionamientos, zona para resguardo de equipaje, oficinas, entre otros usos. Para la construcción de esta terminal será necesario solicitar cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

### II.2.5. Programa general del proyecto.

Las obras y/o actividades a ejecutar se estima que tengan una duración de 30 meses, en el siguiente programa de trabajo se resumen las actividades a realizar.

Tabla II.3 Programa general del proyecto.

ZONA	CONCEPTO	TIEMPO DE EJECUCIÓN																														FIN DE LAS OBRAS-VIDA ÚTIL	
		MESES																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
MARINA Y ZOFEMAT	TRASLADO DE EQUIPO Y MAQUINARIA, CAMPAMENTO	■	■																														50 AÑOS
	TRAZO		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											50 AÑOS
	ADQUISICIÓN DE MATERIALES	■	■	■	■	■																											50 AÑOS
	HINCADO DE PILOTES DE ACERO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											50 AÑOS
	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO PARA PILOTES				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											50 AÑOS
	PRECOLADO DE TRABES Y LOSAS						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										50 AÑOS
	COLOCACIÓN DE TRABES Y LOSAS										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										50 AÑOS
	BITAS															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		50 AÑOS
	DEFENSAS																																50 AÑOS
	RED DE AGUA POTABLE																																50 AÑOS
	RED DE ENERGÍA ELECTRICA Y ALUMBRADO																																50 AÑOS
	CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA (ZOFEMAT)																																50 AÑOS
	INSTALACIÓN DE ESCALERAS ELECTRICAS Y ELEVADOR																																50 AÑOS

ZONA	CONCEPTO	TIEMPO DE EJECUCIÓN																														FIN DE LAS OBRAS-VIDA ÚTIL			
		MESES																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
TERRESTRE	TRAZO Y NIVELACIÓN																																		
	DESMONTE Y DESPALME																																		
	EXCAVACIONES																																		
	CIMENTACIONES																																		
	MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES																																		
	INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA																																		
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA, VOZ Y DATOS																																		
	INSTALACIÓN DE ESCALERAS ELECTRICAS Y ELEVADOR																																		
	CONSTRUCCIÓN DE PUENTE PEATONAL																																		
	LIMPIEZA																																		
		<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																																	

### II.3. Preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la limpieza del fondo marino retirando, en su caso, vegetación, finos y sedimentos. Cabe señalar que, de acuerdo con la forma de construcción del muelle, sus cimientos tendrán una afectación puntual sobre el fondo marino, por lo que la limpieza se llevará a cabo solamente en los puntos donde se realizarán las perforaciones para el hincado de los pilas.

También se llevará a cabo la colocación de señalamientos, para el aviso a embarcaciones que naveguen cerca de la zona de construcción del proyecto; así mismo, se colocará malla geotextil que evite la turbidez del agua y la dispersión de finos fuera del área de trabajo, tal como se muestra en la siguiente imagen.



Fig. II.2 Colocación de malla geotextil para control de finos suspendidos.

Fuente: tomada de internet como referencia.

En la zona terrestre será necesario el despalme y desmonte para la construcción de la terminal de cruceros.

**Rescate de flora y fauna:** Previo a cualquier actividad relacionada con el proyecto, se efectuarán recorridos para ahuyentar a la fauna que pudiera estar presente en el área de intervención y propiciar su desplazamiento fuera del área del proyecto o, en su defecto, se llevará a cabo su captura para reubicarla en áreas aledañas; Asimismo, se llevará a cabo el rescate de flora susceptible de ello para su posterior trasplante en las áreas verdes. Las actividades de rescate de flora y fauna serán coordinadas por especialistas.

**Desmante:** El desmante de la selva secundaria se efectuará de forma dirigida empleando machetes y motosierras para el corte de árboles y arbustos o cualquier otra vegetación que así lo requiera. El material producto de esta actividad será triturado para su uso posterior en áreas verdes o se manejará dentro de los residuos sólidos urbanos.

Las características de la vegetación existente y las especies presentes en el área que ocupará el proyecto se describen en el apartado biótico del capítulo IV de esta MIA-R.

**Despalme:** El despalme del terreno consistirá en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios.

### II.3.1. Obras y actividades provisionales del proyecto.

Previo y durante la ejecución de los trabajos de construcción del muelle será necesaria la instalación de almacenes temporales de materiales, almacenes de residuos, así como áreas de sombra y comedor para el personal en servicio que sirvan de apoyo para el personal que laborará en la construcción, estas serán colocadas en el polígono que será utilizado para la construcción de la terminal de cruceros, por lo que no se requerirá alguna zona adicional de ocupación.

En el sitio, se instalará un almacén donde se guardarán los consumibles y equipos necesarios para atacar las diferentes actividades o frentes de obra, este almacén puede ser prefabricado (contenedor) o construido en sitio a base de madera o bloques de mortero.

Para el descanso y comida del personal, se instalarán sombras o estructuras de acero o madera, de manera temporal, donde el trabajador en servicio podrá resguardarse, hidratarse y tomar sus alimentos, en una zona fuera del alcance de las maniobras de los equipos en ejecución de los trabajos.

Área de Sanitarios provisionales. Funcionaran en razón de 1:10 usuarios, deben de contar con fácil acceso para mantenimiento, estos dispositivos son móviles y estarán sujetos a reubicación de acuerdo a las características de la obra. Serán vaciados en base al rol acordado entre el contratista y la empresa prestadora del servicio.

Estacionamientos provisionales. En áreas sin vegetación se designará un área de estacionamiento acotado para el personal, contratistas y visitantes que tengan necesidad de ingresar a la obra, la infraestructura consistirá en despejar un área, conformarla a nivel de terracería y marcarla con cintas indicadoras de peligro, y cajones de estacionamiento con cal

Bodega de materiales. Construida de forma provisional, cercada y techada, contando con medidas de seguridad y emergencia tal es el caso de extinguidores. Casetas de vigilancia y seguridad. Se colocará en la entrada principal al mismo, contará con cierre apertura manual, donde se colocarán dos guardias de forma permanente para la vigilancia. La caseta será prefabricada y contará con los servicios básicos para su operación, tales como luz, agua, drenaje y telefonía

Las obras provisionales a instalar como apoyo durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se ubicarán en sitios sin vegetación para evitar impactos innecesarios y que una vez que sean desmanteladas se proceda a la limpieza de los sitios para integrar estas superficies al área de la terminal, ya sea como parte de áreas ajardinadas o para desplante de infraestructura

- Oficinas de campo de contratistas. Estas deberán ser prefabricadas en su totalidad, móviles y se ubicarán dentro de las áreas que carezcan de cobertura vegetal para que no causen impactos y posteriormente se integren con la siembra de vegetación nativa.
- Patios de habilitado de acero y cimbra. Los patios de maniobra de habilitado de acero y cimbra, se ubicarán dentro de las inmediaciones donde se vayan a realizar los trabajos. Para ello no se contará con construcciones fijas, sino que serán móviles en todo tiempo ya que en cuanto se termine la actividad deberán ser desplazadas a nuevos sitios de acuerdo a las necesidades. Para ello antes de su implementación se contará con una superficie limpia e indicada para la realización de los trabajos y evitar desperdicios o contaminación de nuevas áreas.
- Almacenamiento de agua. Para lo cual se instalarán tinacos rotoplas para almacenar el agua que se adquiera de pipas para las actividades de construcción; en cuanto al

agua potable se adquirirán garrafones para los requerimientos de los trabajadores. Durante la operación del proyecto el agua potable se tomará de la red municipal.

Demandas de agua potable- Se realizó el cálculo detallado de las demandas para cada una de las etapas del proyecto, tomando en cuenta los usos de suelo, sus densidades habitacionales y poblacionales, las dotaciones correspondientes, y los coeficientes de variación diaria y horaria. La cuantificación del gasto medio diario se realizó en función de la población servida y de las dotaciones de agua potable para la zona de proyecto. Para la etapa de construcción el agua para servicios y obra será suministrada mediante pipas. Para la etapa operativa el agua potable será tomada de la red municipal.

- Red eléctrica Al respecto se tiene el oficio no. DA02A-DP-2001, de fecha 25 de agosto de 2009, de la Comisión Federal de Electricidad en cuanto a la factibilidad del suministro de energía eléctrica en el predio “El Anheló”. Para lo cual se tomarán en cuenta los lineamientos del procedimiento para el trámite de proyectos y obras de distribución de energía eléctrica construidas por terceros.
- Servicio Telefónico y de internet. Se tendrán que instalar 2 centrales telefónicas para proporcionar el servicio a un número aproximado de 2,000 líneas. Para los servicios telefónicos, la interconexión de la zona del proyecto con las centrales telefónicas se hará a través de infraestructura nueva que estará constituida por una red principal y otras secundarias conectadas a la central local, a su vez la central local del proyecto se integrará a la red nacional. El desborde del tráfico a nivel nacional y mundial será desembocado a través de troncales digitales (fibra óptica, microondas, y/o canales vía satélite) hacia la central de tránsito, donde estará interconectada para poder satisfacer y distribuir el tráfico demandado hacia distintos lugares.

## **II.4. Etapa de construcción.**

La construcción del proyecto implica diferentes materiales y tipos de estructura, en su mayoría serán pilas de tubo de acero, concreto armado, tubería hidráulica, sanitaria y eléctrica, los componentes que integrarán cada infraestructura se detallan a continuación.

### **II.4.1. Muelle**

El muelle será construido sobre una cimentación a base de pilotes de tubo de acero, sobre estas descansarán traveses longitudinales y transversales que servirán de soporte para las losas de la plataforma y de los duques de atraque, las cuales serán de concreto armado pre coladas.

Estas estructuras estarán diseñadas para soportar la fuerza de atraque producida por la embarcación y por la fuerza del viento que opera sobre la embarcación, produciendo que esta se recargue o intente desprenderse del atracadero; así mismo, están diseñadas para soportar efectos sísmicos.

#### **II.4.1.1 Hincado de pilotes.**

La plataforma del muelle será soportada por un sistema de cimentación a base de pilotes que de acuerdo con las especificaciones del proyecto serán desplantadas a una profundidad promedio mínima de 18 metros. Dichos pilotes serán incrustados en el manto rocoso a una profundidad de 3 metros. Cabe destacar que el fondo marino en esa zona se conforma por arenas gruesas y roca (para mayor detalle ver el Capítulo IV) como se muestra en las siguientes imágenes.

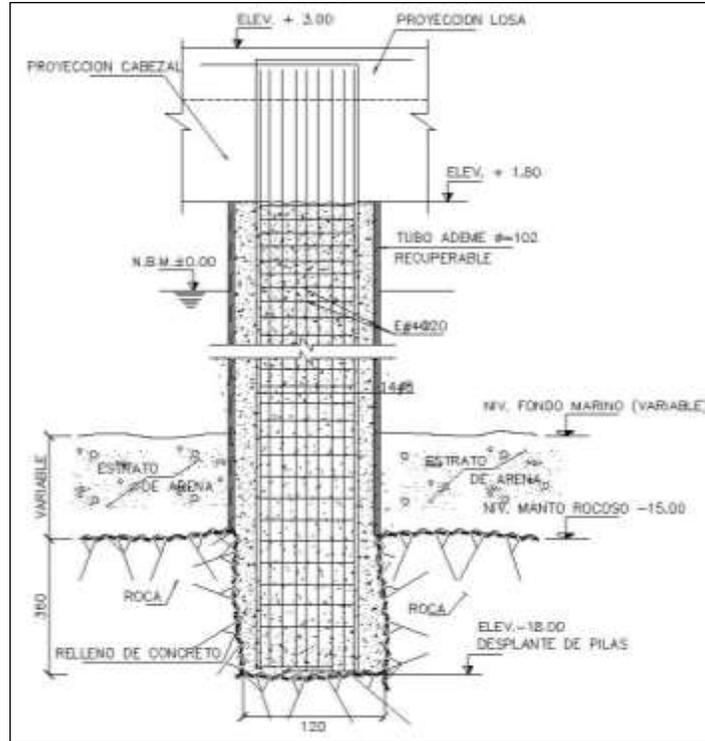


Fig. II.3 Sección tipo de pilas para el proyecto.

Fuente: Proporcionado por el promovente.

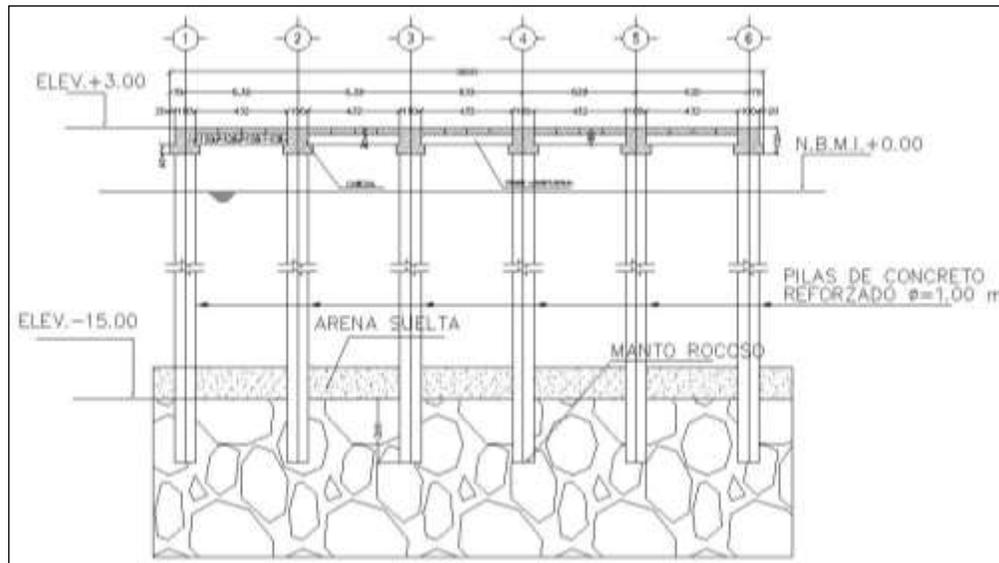


Fig. II.4 Elevación transversal, estructura tipo del muelle.

Fuente: proporcionado por el promovente.

El proyecto contempla el hincado de 534 pilas de 40" de diámetro para las 24 plataformas y 216 pilas de 40" para los duques, y como anteriormente se ha mencionado estas serán de concreto armado, coladas *In situ*.

**El proceso constructivo será el siguiente:**

Los pilotes de tubo de acero serán acordes a la especificación de diseño (tipo de acero, diámetro y espesor de pared) para ser colocados en sitio.

El hincado de los pilotes lo hará una grúa sobre orugas, iniciando en lo más próximo a tierra, de tal manera que conforme avance el hincado se pone sobre éstos una plataforma sobre la cual irá avanzando la grúa, según vaya instalando los siguientes pilotes hacia enfrente, tal como se muestra en la siguiente imagen.



*Fig. II.5 Grúa sobre orugas avanzando sobre las plataformas del muelle.*

*Fuente: proporcionad por el promovente.*

La plataforma sobre la que avanzará la grúa tendrá una guía que servirá para la instalación de los siguientes pilotes, asegurándose así de la separación requerida entre pilotes.

Los tubos de acero al igual que los materiales para montaje y construcción de la pasarela, se trasladarán al lugar en barcazas. La grúa tomará el pilote a hincar desde la barcaza y lo colocará en su posición de la guía, posteriormente se subirá y bajará con el propósito de asegurar el pilote en el suelo. La ubicación y verticalidad es confirmada con un equipo de topografía. Después la grúa suelta el pilote y le será colocado un martillo de hincado que sobre el pilote lo golpeará hasta alcanzar el criterio de hinca, es decir, que el pilote baje una distancia máxima con un número de golpes especificado, en la siguientes imágenes se muestra lo antes descrito.



*Fig. II.6 Tubos de acero para pilotes.*

*Fuente: proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.7 Hincado de pilotes.  
Fuente: proporcionado por el promovente.*

De ser necesario, se acoplará una sección adicional de pilote para alcanzar el criterio de rechazo en el estrato de suelo resistente, como se muestra en la imagen siguiente.



*Fig. II.8 Acoplamiento de sección de tubo.  
Fuente: proporcionado por el promovente*

Al mismo tiempo, en tierra se fabricarán los armados de refuerzo que se instalará dentro de los pilotes y que servirá para unir los pilotes a las traveses y cabezales, tal como se muestra en las imágenes siguientes.



*Fig. II.9 Armado de estructuras internas para los pilotes.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.*

Una vez hincados los tubos de acero en la zona marina y teniendo los armados estructurales de refuerzo, se procederá a introducir dichos armados y posteriormente se vaciará concreto para fijar los armados, los cuales servirán para anclar las traveses y las losas prefabricadas de lo que será la pasarela.



*Fig. II.10 Colocación de armado dentro del tubo de acero.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.11 Colado con concreto para fijar el acero de refuerzo.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.*

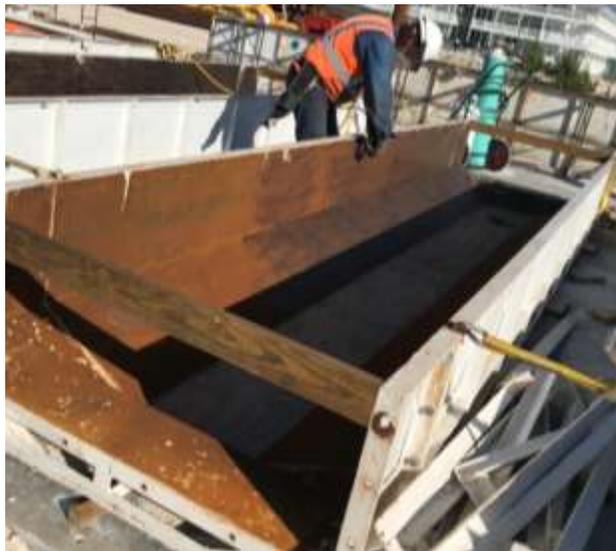
#### **II.4.1.2 Plataforma**

La plataforma o pasarela estará conformada por 24 secciones de losas de concreto armado prefabricadas para la pasarela y 18 secciones para duques de Alba o de atraque.

La pasarela estará conformada por losas y traveses prefabricadas. El habilitado y construcción de dichos elementos se llevará a cabo en la zona donde se construirá la terminal de cruceros para evitar afectar otras áreas, y consistirá en el armado del acero de refuerzo, la preparación de la cimbra donde será colocado el armado de acero, y posteriormente se colarán con concreto, tal como se puede ver en las imágenes siguientes.



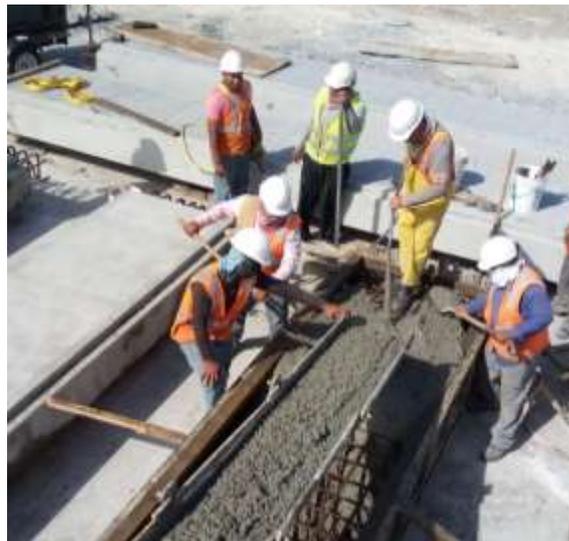
*Fig. II.12 Armado de acero de refuerzo para traves.*  
*Fuente: Proporcionado por el promoviente.*



*Fig. II.13 Cimbra para elementos prefabricados.*  
*Fuente: Proporcionado por el promoviente.*



*Fig. II.14 Colocación de armado en la cimbra*  
*Fuente: Proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.15 Colado de traves y losas.*  
*Fuente: Proporcionado por el promovente.*

Una vez construidas las traves y losas se llevarán a la zona de pilotes, mediante barcazas, y se montarán a las estructuras de los pilotes para ser fijadas. En las siguientes imágenes se muestra el montaje de traves y losas.



*Fig. II.16 Montaje de travesaños prefabricados.*

*Fuente: Proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.17 Montaje de losas prefabricadas*

*Fuente: Proporcionado por el promovente.*

Luego de haber montado las travesaños y losas, se amarrarán y se colocará una cimbra para realizar el vaciado de concreto y cerrar las uniones de dichas estructuras. El colado permitirá unir los pilotes, las travesaños y las losas. En la siguiente imagen se presenta un ejemplo del proceso.



*Fig. II.18 Amarre de losas y traves.*  
*Fuente: Proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.19 Colado con concreto de uniones entre traves y losas.*  
*Fuente: Proporcionado por el promovente.*

En cuanto a la pasarela, contará con un espacio entre losas, lo que permitirá colocar rejillas tipo Irving de fibra de vidrio, mismas que permitirán la filtración del agua pluvial. Tal como se muestra en las siguientes imágenes



*Fig. II.20 Ejemplo de pasarela tipo para el muelle.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.*



*Fig. II.21 Colocación de rejillas tipo Irving.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.*

En conjunto con la pasarela, y como se ha hecho mención, se realizará la construcción de duques de alba o de atraque con el objetivo de dar apoyo lateral, y permitir el atraque y amarre de los buques. La construcción de estas estructuras conlleva el mismo procedimiento constructivo que la pasarela (cimientos de pilotes, losas y traveses prefabricadas). Las dimensiones de este tipo de estructuras será de 15 x 10 m y cada uno estará cimentado sobre 12 pilotes. En la imagen se muestra el detalle en planta de estas estructuras.

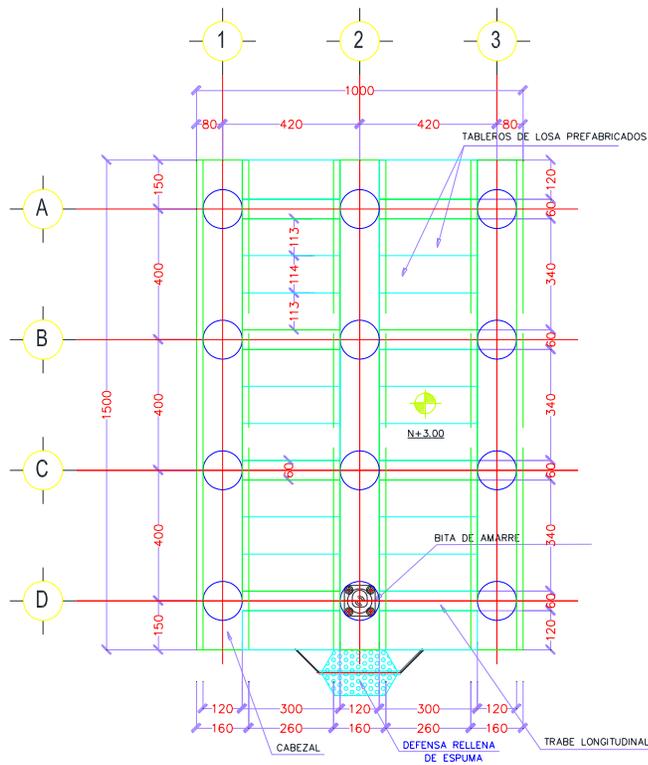


Fig. II.22 Detalle en planta para la construcción de duques de atraque y amarre.

Fuente: proporcionado por el promovente.

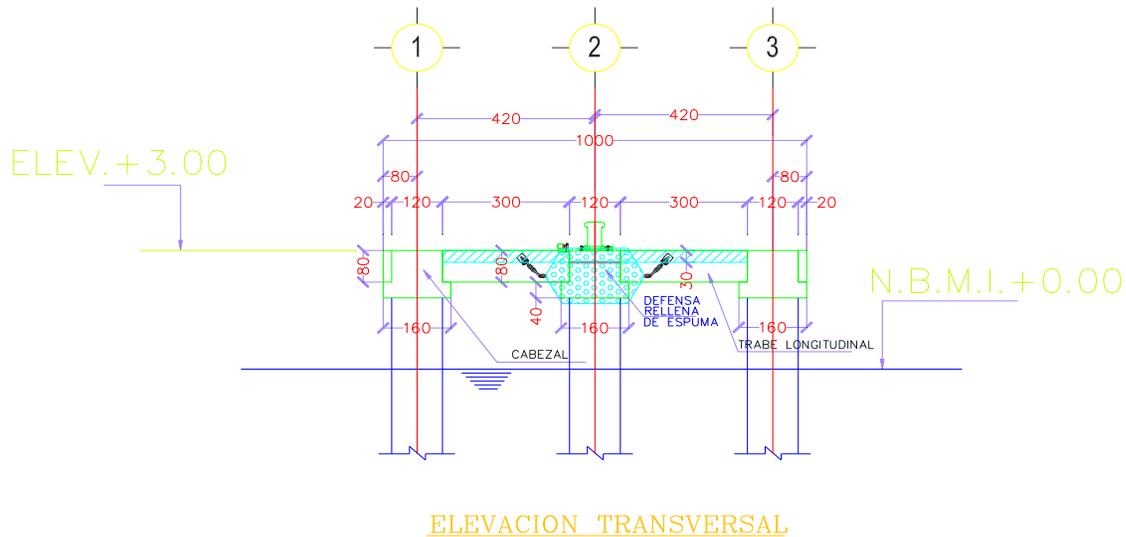


Fig. II.23 Elevación transversal  
Fuente: proporcionado por el promovente.

Como se ha mencionado, el objetivo de los duques es poder permitir el atraque y amarre de las embarcaciones; por lo tanto, estas estructuras estarán acondicionadas con defensas de hule rellenas de espuma SEAGUARD de 1.40m x 2.50m con capacidad de 60 Ton con el objetivo de absorber el impacto de las embarcaciones contra el muelle, estarán sujetas a través de anclas de acero inoxidable, como se puede visualizar en la siguiente imagen.

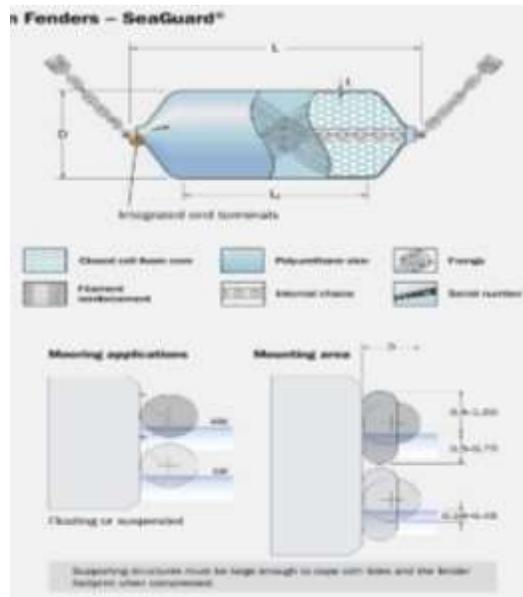


Fig. II.24 Características de las defensas de hule.  
Fuente: Proporcionado por el promovente.

Para absorber la energía de atraque de las embarcaciones, y para asegurar a las naves con los cabos de amarre, se contará con dos bitas distribuidas en cada duque de atraque. La capacidad de cada bita es de 100 toneladas. En las siguientes imágenes se muestra el diseño de estos elementos.

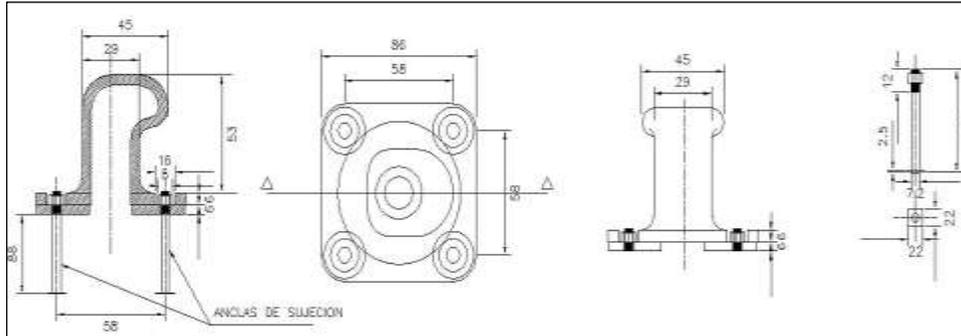


Fig. II.25 Características de bitas tipo.



Fig. II.26 Bita tipo para el proyecto.

Fuente: tomada de internet

#### II.4.1.3 Instalaciones eléctricas y línea de agua

El muelle requerirá de un alumbrado de seguridad y calidad para el acceso peatonal de visitantes y personal que labora en el sitio. Por lo tanto, se instalará una iluminación tipo rasante a nivel de piso, empotrada en una guarnición corrida en ambos lados del muelle.

Las luminarias serán tipo intemperie IP-66 con lámpara LED con un color de luz neutro de 4100K, multi-voltaje 120-277V. La canalización para los cableados, estará formada por tubo de poli-cloruro de vinilo PVC tipo pesado, éste estará empotrado en el concreto que forma parte de las traveses del muelle en la parte baja de la guarnición que alojará las luminarias.

Se contará con hidrantes para el auxilio contra incendios que se podrían presentar en las embarcaciones, empleando para ello agua de mar. En la siguiente imagen se muestra la instalación.

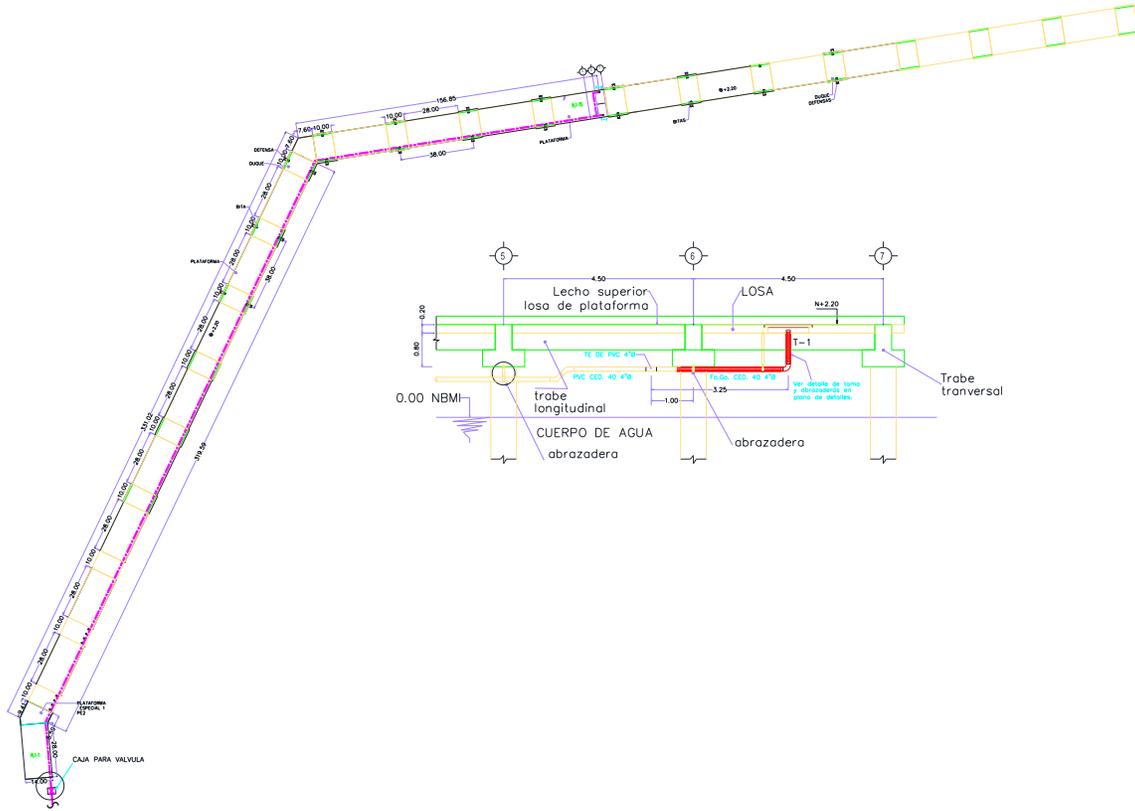


Fig. II.27 Instalación línea hidráulica.  
Fuente: proporcionado por el promovente

#### II.4.2. Plataforma y escaleras en ZOFEMAT

En la Zona Federal Marítimo Terrestre, se pretende construir una plataforma de concreto tipo muelle la cual estará apoyada sobre pilotes con acabados en madera. Sobre esta plataforma se ubicarán un elevador, una escalera peatonal y 3 escaleras eléctricas que conducirán hacia el puente peatonal que conectará a esta zona con la zona terrestre.

En la zona en la que se presenta vegetación se acondicionará la estructura con material transparente, tal como se ejemplifica en la siguiente imagen.



Fig. II.28 Diseño arquitectónico de plataforma en la ZOFEMAT

El sistema constructivo por utilizar para la plataforma tipo muelle será mediante pilotes de concreto hincados en roca, los cuales soportarán traveses y losas de concreto armado.

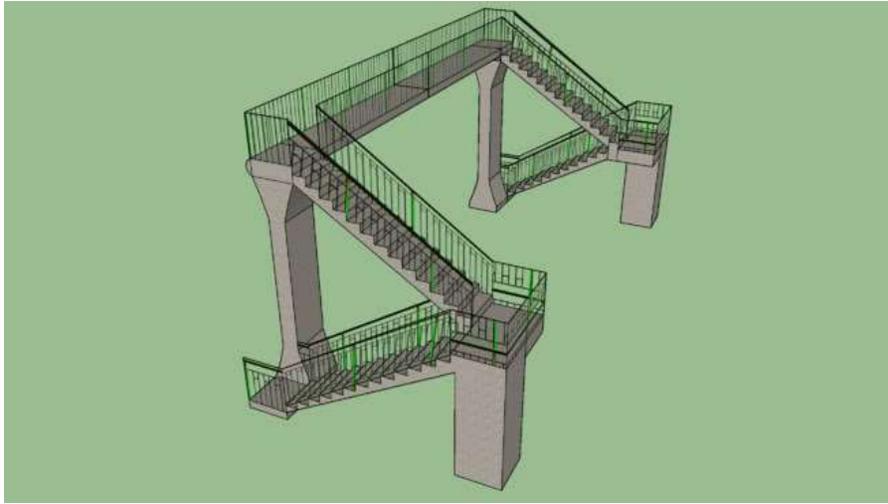
Las escaleras peatonales y elevador se desplantarán sobre esta plataforma, y el foso para las escaleras eléctricas será sostenido también por medio de pilotes de concreto.

La estructura de la sección de puente peatonal será también mediante traveses y losas de concreto armado apoyados sobre pilotes del mismo material hincados a roca.

#### **II.4.3. Puente peatonal.**

Se construirá un puente peatonal para conectar la plataforma del muelle con la terminal de cruceros y permitir el paso seguro de los usuarios.

El puente será construido por un marco rígido de concreto armado prefabricado, soportado por columnas del mismo tipo, y cimentado por pilotes de concreto hincados a roca, una reja de protección metálica y la instalación de luminarias. En la imagen se muestra un ejemplo de la estructura del puente.



*Fig. II.29 Estructura del puente peatonal*

*Fuente: tomada de internet como referencia.*

#### **II.4.4. Terminal de cruceros.**

En el terreno de la zona terrestre, se pretende construir un edificio de 2 niveles que albergará la terminal de cruceros, misma que contará con una plaza comercial abierta con establecimientos de diferentes giros, así como áreas de espera para tours y excursiones. También tendrá un área de servicios, sanitarios para hombres y mujeres, vestíbulos y circulaciones techadas, 2 escaleras eléctricas, terrazas apergoladas, andadores abiertos, cuartos de máquinas y áreas verdes, así como un estacionamiento con capacidad para 105 automóviles y 12 autobuses.

Este edificio estará conectado a la Zona Federal Marítimo Terrestre mediante un puente que cruzará por encima de la Av. Rafael E. Melgar.

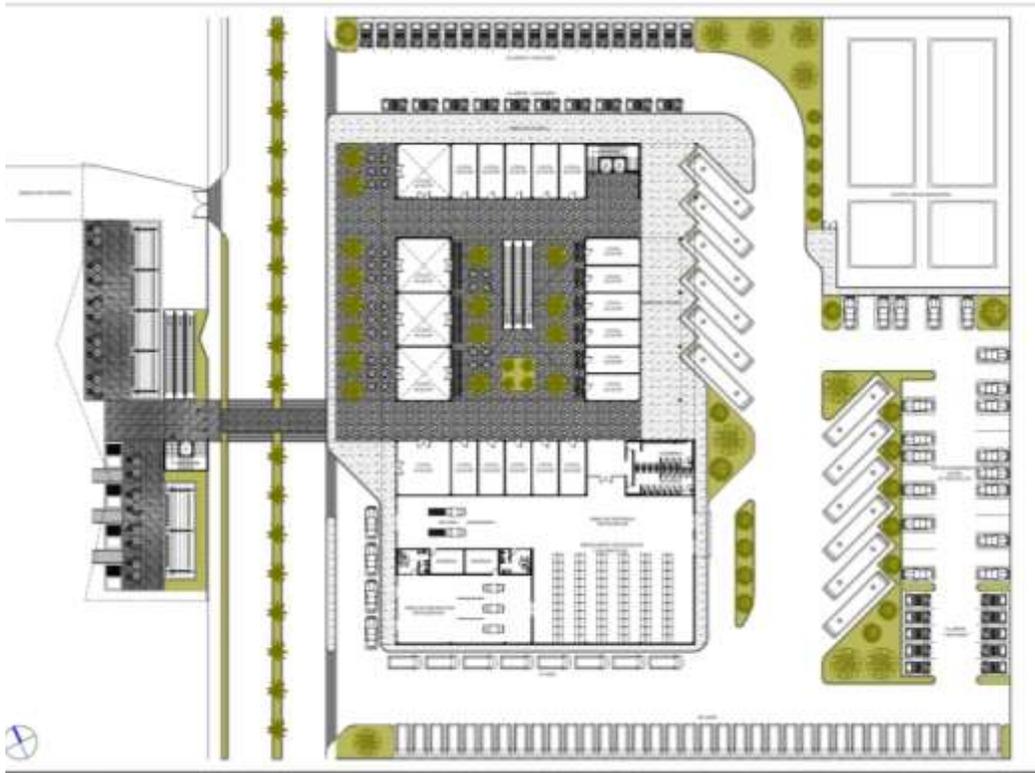


Fig. II.30 Planta arquitectónica.

Fuente: Proporcionado por el promovente.

- **Construcción de edificio.**

Se realizará la excavación por medios mecánicos para la construcción de cimientos, los cuales estarán conformados de concreto armado de diferentes dimensiones, esto de acuerdo a las especificaciones del proyecto. Sobre la cimentación se desplantarán las columnas y vigas de acero que formarán la estructura del edificio.

El techo del edificio estará construido por losa acero con una capa de compresión de concreto, reforzado con malla de acero. Los muros estarán formados por tabique o block en la parte exterior, en interiores se dividirán las áreas con muros falsos.

Se colocarán las instalaciones eléctricas, mecánicas, hidrosanitarias y las líneas de voz y datos correspondientes, de acuerdo a lo plasmado en el proyecto ejecutivo; así mismo, se dará terminación a pisos, paredes y techos (loseta, aplanados, falso plafón) y finalmente se colocarán puertas y ventanas.

- **Estacionamiento.**

El estacionamiento estará construido por un piso de 20 cm de espesor de concreto permeable, para permitir la infiltración del agua pluvial, reforzado con malla electrosoldada. En la misma zona se destinarán áreas verdes.

## II.5. Personal e Insumos

Para la mano de obra calificada y no calificada, se considerará la contratación de personal local. En la siguiente tabla se muestra el número de personal contratado (operativa, administrativa, supervisión, etc.).

Tabla II.4 Requerimiento de personal.

PERSONAL CAPACITADO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Sobrestante	Pers.	2.00
2	Operador de grúa	Pers.	1.00
3	Operador de vibrohincador	Pers.	1.00
4	Maniobristas	Pers.	8.00
5	Capitán remolcador	Pers.	1.00
6	Marinero	Pers.	2.00
7	Lanchero	Pers.	1.00
8	Soldador	Pers.	6.00
9	Ayudante soldador	Pers.	6.00
10	Mecánico	Pers.	1.00
11	Chofer	Pers.	1.00
12	Oficial carpintero	Pers.	30.00
13	Oficial albañil	Pers.	30.00
14	Oficial herrero	Pers.	30.00
15	Ayudantes	Pers.	30.00
16	Cadenero	Pers.	30.00
17	Pintor	Pers.	30.00
18	Aplicador de sand blast	Pers.	30.00
19	Ayudante de pintor	Pers.	30.00

En cuanto a insumos que se requieren se enlistan en la siguiente tabla.

VOLUMEN DE MATERIALES DE OBRA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Pilotes de acero al carbón de 24" de diámetro por 1/2" de espesor de pared y longitud igual a 21.00m	Pza	417.00
2	Pilotes de acero al carbón de 24" de diámetro por 1/2" de espesor de pared y longitud igual a 26.00m	Pza	357.00
3	Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm <sup>2</sup>	Ton	1,327.05
4	Perfiles metálicos	Kg	26,458.97
5	Concreto premezclado $f'_c=250$ kg/cm <sup>2</sup>	M3	7,170.31

En cuanto a combustibles se refiere, en la siguiente tabla, se muestra el consumo estimado por día y para las etapas del proyecto; sin embargo, se considera tener lo mínimo necesario para efectos de no tener contingencias ya que el abastecimiento será local.

Tabla II.5 Consumo de combustible por día de los equipos a utilizar durante las etapas de preparación y construcción del sitio.

Equipo	Etapas	Cantidad	Litros (día)	Almacén (Litros)	Abasto
Retroexcavadora	Preparación	1	40	200	Local
Camiones	Preparación	2	300	No	Local
Motoconformadora	Construcción	1	40	200	Local
Tractor oruga	Construcción	1	40	200	Local
Rodillo	Construcción	1	40	200	Local
Pipa 3,000 L	Construcción	1	40	No	Local
Grúa	Construcción	1	40	200	Local
Bomba de concreto	Construcción	1	40	200	Local

## II.6. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo a utilizar en las etapas de preparación y construcción del proyecto, serán contratadas con prestadores de servicio en la localidad, mismos que serán los responsables del buen estado físico – mecánico de éstas.

En la siguiente tabla, se presenta la información sobre la maquinaria y equipo utilizados para las etapas de preparación y construcción proyecto.

Tabla II.6 Equipo y maquinaria utilizada por etapas del proyecto.

MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Barcaza de maniobras	Pza	1.00
2	Perforadora para montaje en grúa	Pza	1.00
3	Grúa para hincado y perforación de 80 ton	Pza	1.00
4	Vibrohincador	Pza	1.00
5	Martillo de hincado	Pza	1.00
6	Remolcador/empujador	Pza	1.00
7	Escantillón guía para hincado	Pza	2.00
8	Lancha con motor fuera de borda	Pza	1.00
9	Planta de soldar	Pza	6.00
10	Vehículo de transporte de personal	Pza	1.00
11	Generador eléctrico	Pza	1.00
12	Herramienta de perforación	Pza	2.00
13	Barcaza de acarreo	Pza	1.00
14	Equipo tremie para colado	Pza	1.00
15	Compresor de aire	Pza	2.00
16	Equipo pintura y sand blast	Pza	2.00
17	Vibradores para concreto	Pza	4.00
18	Grúa de 50 ton	Pza	1.00

## II.7. Etapa de operación y mantenimiento.

La etapa operativa con respecto al muelle radicarán en el permitir el atraque de cruceros que lleguen a la zona y a su vez el embarque y desembarque de turistas a estas embarcaciones. En lo que concierne a la terminal de cruceros, las actividades primordiales es el de recibir a los pasajeros y brindar servicios básicos (sanitarios, tiendas, resguardo de equipaje, etc.) para su permanencia en el sitio.

Hay que puntualizar que durante la operación del muelle no se pretende llevar a cabo ningún tipo de avituallamiento o suministro a los barcos, ni tampoco la descarga de ningún tipo de residuo, por lo que todos los residuos a manejar serán producto de la actividad de trabajadores y el trasiego de turísticas durante su embarco y desembarco.

**En la etapa de mantenimiento** se realizarán las siguientes actividades: Las instalaciones serán objeto del mantenimiento predictivo y preventivo siguiente: Eléctrico. Se realizará

cada dos meses en equipos como transformadores, cableados, contactos, apagadores, equipamiento electrónico, medidores, entre otros.

**Muelle:**

- Inspección y restauración de la superestructura del muelle (revisión de las pilas, corrosión o fisuras en el concreto, restauración de concreto dañado)
- Revisión, mantenimiento y remplazo de defensas y bitas.
- Revisión y mantenimiento a la instalación eléctrica y de los hidrantes.

**Puente:**

- Inspección y restauración de la estructura (columnas, protección metálica, escalones).
- Pintado de estructuras metálicas.
- Revisión y reparación del alumbrado.

**Terminal de cruceros:**

- Inspección de los elementos estructurales (columnas, trabes).
- Aplicación de pintura en fachadas e interiores.
- Reparación de sanitarios (sistema hidrosanitario, muebles de baño).
- Inspección y reparación a la instalación eléctrica.
- Reparación y mantenimiento periódico a las escaleras eléctricas.
- Bacheo y/o restauración del concreto en la zona de estacionamiento.
- Poda de las áreas verdes.

Durante la operación del proyecto el mantenimiento de vehículos se realizará fuera del área del proyecto, por lo que en el sitio no habrá manejo de aceites lubricantes o gastados utilizados o generados por esta actividad

### **II.7.1. Etapa de abandono del sitio.**

Dadas las características y naturaleza del proyecto y teniendo en consideración un correcto mantenimiento a las estructuras e instalaciones, se pretende que la vida útil del proyecto se prolongue indefinidamente. No obstante, si existe la necesidad de realizar el desmantelamiento y abandono, se presentará un programa acatando la normativa aplicable, y considerando los usos del suelo existentes, así como los planes o programas municipales vigentes en el momento que se realice el abandono del proyecto

### **II.7.2. Utilización de explosivos**

El proyecto no necesitará utilizar algún tipo de explosivo, ya que cualquier excavación o demolición que se requiera se realizará por medios mecánicos.

### **II.7.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

El proyecto generará residuos del tipo sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. Los almacenes de residuos, deberán estar identificados y separados dependiendo del tipo de residuos generado.

Para la disposición final de los residuos, se considera darse de alta como generador de estos ante la autoridad pertinente y llevar un registro del volumen producido y llevado al tiradero autorizado para su recepción.

Dichos residuos, su manejo y disposición se describen a continuación.

### **Residuos sólidos**

La generación de residuos sólidos, se presentaría por la realización de las actividades de la preparación del sitio y construcción principalmente. En la siguiente tabla se enlistan los residuos sólidos que se generarían.

Tabla II.7 Residuos sólidos más significativos que se presentan en la preparación del sitio y construcción

<b>Tipo de residuo que genera</b>
Residuos de comida tales como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.
Papel, cartón, aluminio, plástico, vidrio, papel sanitario, toallas femeninas y unicef.
Residuos de concreto proveniente de colados in situ.
Varillas, residuos de acero de refuerzo y rebaba. Restos de trabes del soporte de las losas de la plataforma.
Fragmentos de madera de la construcción de cimbras.
Residuos provenientes de la remoción de vegetación y poda de flora presentes en las áreas verdes del proyecto.
Envases y embalajes impregnados de sustancias químicas e hidrocarburos. Materiales impregnados utilizados en mantenimientos correctivos y atención de fugas o derrames en el eventual caso de falla mecánica

En la siguiente tabla se menciona el tipo de residuo, y se indica el manejo y disposición final, además de que se propone llevar a cabo un Plan de Manejo Ambiental de Residuos aplicable a todas las obras y actividades que se realicen dentro del proyecto.

Tabla II.8 Tipo de residuo, manejo y disposición final, en la etapa de, preparación del sitio y construcción.

Tipo de residuo que genera	Manejo	Disposición final
<b>Preparación</b>		
Residuos de vegetación	Colocación en un sitio específico para su posterior uso como materia orgánica	Como materia orgánica en las actividades de restauración.
Materia edáfica	Dispuesto en las porciones bajas del terreno.	Para acciones de nivelación y conformación de las áreas verdes.
Residuos domésticos (envases plásticos, papel, cartón, diversos metales, vidrio y restos de alimentos)	Serán recolectados en la obra, por medio de contenedores metálicos de 200 litros, con tapa y debidamente identificados; y situados en lugares estratégicos (frentes de obra, comedor, oficinas de residentes, talleres de contratistas y bodegas, fundamentalmente), a manera de hacer más eficiente el proceso de recolección.	Separación de desechos para reciclado en los Centros de acopio de material reciclable en la localidad de Cozumel.
Residuos humanos	Se contratará el servicio de sanitarios portátiles.	La empresa contratada para tal fin, dará manejo y mantenimiento completo.
Aceites, anticongelantes y estopas	Eventos imprevistos relacionados con el mantenimiento de maquinaria y equipo, como fugas o derrames.	Se colocarán en depósitos separados del resto de los residuos, para ser entregados a empresas especializadas.
<b>Construcción</b>		
Residuos peligrosos, por fuga o derrame de combustible, aceites, aditivos y lubricantes por la operación de maquinaria y equipo.	Colecta de residuos para su tratamiento y retiro de la maquinaria causante.	Se colocarán en depósitos separados del resto de los residuos, para ser entregados a empresas especializadas
Restos de limpieza (estopas) y recipientes de solventes.	Almacenamiento en depósitos temporales, protegidos de la intemperie	Contrato con empresas autorizadas en el manejo y traslado de residuos peligrosos.
Envases de pintura, solventes y materiales de limpieza	Colecta y almacenamiento en depósitos temporales	Entrega a la empresa especializada en este tipo de residuos.
Eventuales derrames de aceite y combustible,	Se retirará la capa de suelo contaminada y se maneja como residuo peligroso, colocándolo en contenedor con tapa.	Entrega a la empresa autorizada en el manejo y traslado de residuos peligrosos.
Residuos no peligrosos: Residuo vegetal maderable	Manejo para composta	Para actividades de restauración de suelos.
Residuos domésticos (bolsas, envases plásticos, papel, cartón, restos de	Serán recolectados en la obra, por medio de contenedores metálicos de 200 litros, con tapa	Separación de desechos para reciclado en los Centros de acopio de

Tipo de residuo que genera	Manejo	Disposición final
alimentos) en cantidades bajas 20-40 kg/día. Generado por el personal.	y debidamente identificados; y situados en lugares estratégicos (frentes de obra, comedor, oficinas de residentes, talleres de contratistas y bodegas, fundamentalmente), a manera de hacer más eficiente el proceso de recolección.	material reciclable en la localidad de Cozumel.
Residuos de obra (cartón, papel, bolsas, arpillas, cajas, envolturas diversas, cables, alambres, clavos, y demás elementos de instalaciones eléctricas, sanitaria, hidráulica, carpintería, entre otros.	Separación de los residuos y colocación en contenedores, para su reutilización o desecho. Serán recolectados en la obra, por medio de contenedores metálicos de 200 litros, con tapa y debidamente identificados; y situados en lugares estratégicos (frentes de obra, comedor, oficinas de residentes, talleres de contratistas y bodegas, fundamentalmente), a manera de hacer más eficiente el proceso de recolección.	Separación de desechos para reciclado en los Centros de acopio de material reciclable en la localidad de Cozumel. Los residuos aptos para reutilizarse, se pondrán a disposición de los trabajadores de la obra, el resto se entregarán a empresas para su disposición final en sitio autorizado.
Residuos humanos sanitarios	Se contratará el servicio de sanitarios portátiles.	La empresa contratada para tal fin, dará manejo y mantenimiento completo

Tabla II.9 Residuos Peligrosos de posible generación durante la construcción del proyecto.

Nombre	Estado físico	Características CRETIB	Empaque (para su manejo)
Agua o sustrato contaminado con combustible (fugas)	Líquido o solido	Tóxico	Sólido (metálico o de plástico)
Material impregnado con hidrocarburos o solventes	Sólido	Tóxico	Sólido (plástico)
Envases de solventes, pinturas	Sólido	Tóxico	Sólido (plástico)
Estopas u otros materiales impregnados con grasas y aceite	Sólido	Tóxico	Sólido
Balastros y/o pilas secas	Sólido	Tóxico	Sólido (metálico)
Lubricantes	Líquido	Tóxico	Sólido (metálico o de plástico)

El manejo temporal de los residuos peligrosos durante la construcción se llevará de la siguiente manera:

- i. Se colocarán en recipientes con tapa, rotulados.
- ii. Los residuos sólidos y líquidos se manejarán de forma independiente y segregada, y se deberán disponer en un sitio con techo y firme de concreto, el cual deberá contar con al menos un extintor.
- iii. Para el manejo y disposición de residuos peligrosos se contratará a una empresa autorizada para ambas actividades.

Tabla II.10 Tipo de residuo, manejo y disposición final, en la etapa de operación y mantenimiento

Operación y mantenimiento		
Tipo de residuo que genera	Manejo	Disposición final
Residuos domésticos.	Sistema propio de recolecta y manejo de residuos domésticos.	Serán clasificados y dispuestos en un sitio determinado como almacén temporal, en contenedores con tapa. Los plásticos PET y latas de aluminio se enviarán a reciclaje. La basura será trasladada por una empresa prestadora del servicio por parte del Municipio de Cozumel.

### Emisiones a la atmósfera

Durante la etapa de operación y mantenimiento no se contempla la generación de emisiones contaminantes ya que éstas se generan principalmente por la combustión de combustibles fósiles. Dada la naturaleza del proyecto, las emisiones a la atmósfera se limitan a aquellas generadas por los vehículos del personal las cuales son poco significativas y a las de los buques que lleguen o partan del muelle, sin embargo, dichas emisiones no corresponden propiamente al proyecto pues son responsabilidad exclusiva de las compañías navieras.

### Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

- ✓ Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, la generación de contaminantes a la atmósfera será por la emisión de gases provenientes del funcionamiento de los vehículos terrestres y maquinaria. En cuanto a polvos se tendrá como fuentes, las actividades de despalme y nivelación (incluyendo el movimiento de tierras), misma que será llevada a cabo por medios mecánicos, ocasionando la suspensión de polvos.

El control de estas emisiones se dará mediante la aplicación de riegos periódicos (cuando sea necesario) sobre el área de trabajo, mediante camiones cisterna.

- ✓ En la excavación y traslado de materiales, se ocasionará suspensión de polvos. Para mitigar el impacto, se aplicarán riegos periódicos, cuando se requiera y durante todo el tiempo que dure la obra.
- ✓ Emisión de contaminantes atmosféricos producidos a partir del traslado de materiales, por el uso de maquinaria y equipo se generarán tanto partículas fugitivas como gases de combustión, considerándose la siguiente relación de medidas de control:
  - \* Mantenimiento preventivo programado de la maquinaria y equipo que pueda incidir en la generación de contaminantes atmosféricos, igualmente por parte del contratista, con la finalidad de que operen en las condiciones adecuadas y suficientes para la prevención y control de la contaminación del aire.
  - \* Se verificará que los vehículos circulen siempre con lonas para evitar la caída de materiales.
- ✓ Vibraciones y ruido. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, la utilización de maquinaria pesada, por ejemplo para el desmonte y nivelación del terreno, así como para excavación, en su caso, generará ruido en proporciones moderadas considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta. El uso de la maquinaria dependerá de las condiciones del sustrato local y las excavaciones indicadas podrán ejecutarse con herramienta manual en caso pertinente.
- ✓ La operación del proyecto no generará emisiones de ruido significativas, puesto que no se instalarán fuentes fijas que impliquen niveles sonoros extraordinarios.

Como es sabido, la generación de ruido está relacionada con el funcionamiento del equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Los niveles máximos de ruido que se tendrán serán generados por la utilización de la grúa, perforadora, vibrohincador y el uso de maquinaria pesada estimándose niveles

de ruido de entre 90 y 96 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora, necesiándose entonces una distancia mínima de 15 m para tener un nivel 60 dB(A).

Durante las diferentes etapas del proyecto, los trabajos se realizarán durante el día y aunado a que en el sitio se encuentran asentamientos humanos no habrá ningún impacto significativo por la emisión de ruidos. Además, los vehículos tendrán mantenimiento preventivo para que funcionen en óptimas condiciones.

Tabla II.11 Niveles de ruido esperado por cada uno de los equipos de trabajo

Equipo	Etapas	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmosfera	Tipo de combustible
Retroexcavadora	Preparación del sitio	8	No mayor a 92 dB	No Disponible	Diésel
Tractor de oruga	Construcción	8	No mayor a 92 dB	HC 0,8 CO 10 NOx 2,3,0	Diésel
Motoconformadora	Construcción	8	(3)	No Disponible	Gasolina
Camiones	Preparación del sitio	8	No mayor a 92 dB	HC 0,41 CO 7,0 NOx 2,3 No Disponible	Diésel
Máquina soldadora	Construcción	8	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Cargador frontal	Construcción	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Cortador de varilla	Construcción	8	No Disponible	No Disponible	Gasolina
Planta de concreto	Construcción	8	(3)	No Disponible	Diésel
Bomba de concreto	Construcción	8	(3)	No Disponible	Diésel
Equipo para pintura	Construcción	8	No mayor a 86 dB	No Disponible	Gasolina
Relevador de esfuerzo	Construcción	8	No mayor a 99 dB	No Disponible	Gasolina

## ✓ **Medidas de seguridad**

Derrame accidental. En caso de que pueda existir el derrame accidental de algún material peligroso ya sea combustible, aceite (nuevos o usados), u otro se contará con personal capacitado para recoger el material impregnado y colocado en un área acondicionada como almacén temporal. El material se entregara a una empresa autorizada para manejo y disposición de los residuos.

- \* Fenómenos meteorológicos. En el caso de algún fenómeno natural propio de la región como las inundaciones provocadas por tormentas tropicales y huracanes que son frecuentes por estas latitudes, se contara con un plan de contingencias señalando rutas de evacuación o refugio apegándose a las indicaciones de la Localidad de Cozumel, con la finalidad de proteger y salvaguardar a todo el personal, materiales, equipos, embarcaciones u otros, evitando así contingencias ambientales o pérdidas humanas.
- \* Señalización y medidas preventivas. La seguridad en este muelle como en cualquier otro de su tipo es primordial si se contempla la formación de una comisión mixta la cual reglamentara y vigilará los aspectos de seguridad, imagen e higiene del entorno en donde se encuentra, según sea la recomendación del estudio de impacto ambiental y de las autoridades correspondientes. Es por demás comentar que en el proceso de construcción del muelle se colocarán señalamientos viales, de precaución, de cuidado de la flora y la fauna del lugar, entre otros. Durante la preparación del sitio, las actividades de desmonte y despalme se realizarán en el área conforme al estudio topográfico y conforme a los límites marcados por los trompos topográficos en el predio, así como por las banderetas y balizas de color fácilmente apreciable que se colocarán en el sitio donde se desarrollaran las obras que conforman el muelle. Para la población en general se colocarán letreros alusivos al desarrollo en construcción, se prohíbe el paso a personas extrañas solo a personal autorizado de la empresa, se prohíbe el aprovechamiento de flora y fauna, no tirar basura, precaución máquinas trabajando, recipientes para residuos debidamente rotulados, e incluso, las áreas de almacén, caseta y otras tanto temporales como permanentes, estarán rotulados. Durante la operación del proyecto, todas las

instalaciones estarán numeradas o rotuladas y se contará también con diversos letreros y señales alusivas a situaciones de riesgo, de seguridad, prohibitivas, restrictivas e informativas, aprobadas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y otras entidades competentes.

# CAPÍTULO III

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y  
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.*



## Contenido

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....</b>	<b>4</b>
<b>III.1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....</b>	<b>5</b>
<b>III.3. Leyes y Reglamentos Federales.....</b>	<b>7</b>
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	8
III.3.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	10
III.3.3. Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.....	13
III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	16
III.3.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	18
III.3.6. Ley de Aguas Nacionales.....	19
III.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....	20
III.3.8. Ley General de Cambio Climático.....	21
III.3.9. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	22
III.3.10. Ley General de Vida Silvestre.....	23
III.3.11. Ley General de Bienes Nacionales.....	27
III.3.12. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.....	28
III.3.13. Ley de Puertos.....	32
III.3.14. Reglamento de la Ley de Puertos.....	32
III.3.15. Ley de Navegación y Puertos Marítimos.....	33
<b>III.4. Normas Oficiales Mexicanas.....</b>	<b>34</b>
III.4.1. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.....	36
<b>III.5. Instrumentos de Política Ambiental y Desarrollo Urbano.....</b>	<b>48</b>
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	49
III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	56
III.5.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel.....	88
III.5.4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (PDUCCP), 2011.....	99
<b>III.6. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región.....</b>	<b>103</b>
III.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024.....	104
III.6.2. Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2016-2022.....	106
<b>III.7. Áreas Naturales Protegidas.....</b>	<b>110</b>
III.7.1. Áreas Naturales protegidas de jurisdicción federal.....	110
III.7.2. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.....	112
<b>III.8. Sitios Ramsar.....</b>	<b>112</b>

## Contenido figuras y tablas

<i>Tabla III.1. Vinculación del proyecto con artículos de la LGEEPA.</i>	8
<i>Tabla III.2. Vinculación del proyecto con artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</i>	10
<i>Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</i>	16
<i>Tabla III.4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</i>	18
<i>Tabla III.5. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.</i>	20
<i>Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.</i>	20
<i>Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.</i>	21
<i>Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</i>	22
<i>Tabla III.9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.</i>	23
<i>Tabla III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.</i>	27
<i>Tabla III.11. Vinculación del proyecto con el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.</i>	29
<i>Tabla III.12. Vinculación del proyecto con la Ley de Puertos.</i>	32
<i>Tabla III.13. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Puertos.</i>	33
<i>Tabla III.14. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.</i>	34
<i>Tabla III.16. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.</i>	41
<i>Tabla III.17. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto, conforme al POEGT.</i>	51
<i>Tabla III.18. Vinculación del proyecto con las estrategias del POEGT.</i>	52
<i>Tabla III.19. Unidades de Gestión Ambiental 141 y 178 del POEMyRGMMyMC.</i>	60
<i>Tabla III.20. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMyRGMMyMC.</i>	61
<i>Tabla III.21. Vinculación del proyecto con las acciones específicas del POEMyRGMMyMC.</i>	70
<i>Tabla III.22. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.</i>	82
<i>Tabla III.23. Vinculación del proyecto con los criterios para Islas.</i>	85
<i>Tabla III.24. Características de la UGA CP1 del POEL de Cozumel.</i>	89
<i>Tabla III.25. Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables a la UGA CP 1 del POEL de Cozumel.</i>	89
<i>Tabla III.26. Normas de uso de suelo establecidas por el PDU de Cozumel.</i>	101
<i>Tabla III.27. Parámetros urbanos de la Zonificación T1000 del PDU CPC.</i>	101
<i>Figura III.1. Ubicación pretendida del proyecto y desarrollos turísticos existentes.</i>	15
<i>Figura III.2. Imagen satelital de la franja costera donde se pretende desarrollar el proyecto.</i>	37
<i>Figura III.3. Instrumentos de Política Ambiental Vinculados con el proyecto.</i>	49
<i>Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT.</i>	51
<i>Figura III.5. Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental POEMyRGMMyMC.</i>	59
<i>Figura III.6. Ubicación del proyecto con respecto el POEMyRGMMyMC.</i>	60
<i>Figura III.7. Ubicación del proyecto dentro del POEL de Cozumel.</i>	88
<i>Figura III.8. Ubicación del proyecto con respecto al Plan de Desarrollo Urbano Centro de Población Cozumel.</i>	100
<i>Figura III.9. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP’s de competencia Federal.</i>	111
<i>Figura III.10. Ubicación del proyecto con respecto a ANP’s de competencia Estatal.</i>	112
<i>Figura III.11. Ubicación del proyecto con relación a los sitios RAMSAR.</i>	113

### **III.VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**

#### **III.1. Introducción**

Tomando en consideración la naturaleza y características del proyecto descritas en el capítulo que antecede, dentro del presente Capítulo, se llevó a cabo un análisis acucioso y exhaustivo de la legislación federal en materia ambiental, así como de los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que guardan relación con el proyecto con el propósito de acreditar plenamente su cumplimiento a las disposiciones legales aplicables, así como su viabilidad.

Asimismo, la vinculación que se expone en el presente Capítulo tiene como propósito principal demostrar el cumplimiento del proyecto con la legislación ambiental y evidenciar su compatibilidad con los diversos ordenamientos de carácter Federal, Estatal e inclusive Municipal que, en función de la ubicación del sitio del proyecto, resultan aplicables, en cuanto a los usos y aprovechamientos de suelo.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.<sup>1</sup>

Por lo antes mencionado, en las subsecuentes páginas, se expondrá la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia en primer lugar de Nuestra Carta Suprema.

---

<sup>1</sup> Artículo 35 de la LGEEPA, párrafo segundo, (...) 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.

### III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella se expresa.

Los artículos que se han observado aplican de manera general en la ejecución del proyecto son los siguientes:

*“Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)*

*El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)*

*Bajo criterios de equidad social y productividad 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. (...)*

*Artículo 26.-*

*A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*

*Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.*

*La ley facultará al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)*

De las disposiciones anteriores se desprende que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo Nacional y que planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, además de que bajo criterios de equidad social y productividad 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.** No obstante que se emitirá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal, bajo dichas consideraciones, el proyecto de interés ha observado las disposiciones en materia ambiental que le resultan aplicables para la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental, así como también ha observado el contenido del Plan Nacional de Desarrollo vigente, como se expresa dentro del presente Capítulo.

Adicionalmente, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

*“Artículo 27.- (...)*

*La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*

*(...)”*

El proyecto se ajusta a las disposiciones que emanen de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración de la presente Manifestación de

Impacto Ambiental, se coadyuva con la metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

### III.3. Leyes y Reglamentos Federales

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

En materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En este orden de ideas, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de carácter ambiental que las autoridades (Federación, Estados y Municipios) deberán determinar, con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetarán 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 ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

### III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de Política Ambiental de carácter preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas pretendidas para su realización.

Tabla III.1. Vinculación del proyecto con artículos de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>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.</i></p>	<p>El presente proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental, se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la MIA-R se han considerado las acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto (Ver capítulo V y VI de la presente MIA-R).</p>
<p><i>Artículo 28. (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</i></p> <p><i>I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;</i> (...)</p> <p><i>VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</i> (...)</p> <p><i>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;</i></p> <p><i>X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;</i> (...)</p>	<p>El proyecto se vincula con la presente Ley y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo con la naturaleza de las obras y actividades, así como la ubicación de las mismas, las cuales se encuentran asociadas al sector turístico dentro de un ecosistema costero. Asimismo, aunado a que el proyecto pretende acciones específicas en la zona marina y terrestre, se actualizan los supuestos jurídicos del artículo 28, fracciones I, VII, IX y X, las cuales requieren previamente de la autorización en materia de impacto ambiental, razón por la que a través de la presentación de la MIA-R, se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.</p>
<p><i>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</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental la presente</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>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.</i></p> <p>(...)</p>	<p>Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.</p> <p>La manifestación de impacto ambiental presentada para su evaluación incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p><i>Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</i></p>	<p>En las etapas de preparación de sitio y construcción las aguas de desecho que se contempla generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras; para su disposición se contratarán sanitarios portátiles. Los residuos de estas etapas serán manejados por una empresa prestadora del servicio, por lo que se da cumplimiento a la presente disposición jurídica. En lo que respecta a la etapa operativa, estas serán dispuestas en la red de drenaje municipal para lo que se tramitarán los permisos y autorizaciones necesarias.</p>
<p><i>Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.</i></p>	<p>Dentro de las buenas prácticas que se adoptarán para el desarrollo del proyecto (ver capítulo VI) se encuentra el adecuado manejo de residuos, entre los que se incluye el manejo de residuos peligrosos de conformidad con las disposiciones jurídicas de la materia. Se contempla la contratación de los servicios de una empresa acreditada prestadora de servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto, verificándose previamente que cuente con los permisos correspondientes por parte de la SEMARNAT u otras autoridades, según sea el caso.</p>
<p><i>Artículo 151 BIS. - Requiere autorización previa de la Secretaría:</i></p> <p><i>I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;</i></p> <p><i>II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y</i></p> <p><i>III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos.</i></p>	<p>La empresa especializada prestadora de servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados deberá estar debidamente acreditada y contar con las autorizaciones correspondientes, situación que será verificada por la promovente, por lo que, durante la fase de preparación y construcción, así como de operación se verificará periódicamente que dichos permisos se encuentren vigentes y en cumplimiento ante las autoridades competentes.</p>

Como puede observarse, el proyecto se ubica dentro de los supuestos establecidos por la LGEEPA, y con la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, se podrá observar cómo se da cumplimiento a todos y cada uno de los requisitos para considerar la viabilidad del proyecto.

### III.3.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Artículo 28 de la LGEEPA, establece que es el Reglamento de dicho ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el que determina cuales son las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el artículo 5 del Reglamento en cuestión, así como también se ajusta a otras disposiciones jurídicas las cuales establecen lo siguiente:

Tabla III.2. Vinculación del proyecto con artículos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 5.</b> <i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>A) <b>HIDRAÚLICAS:</b> (...) <i>III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, (...)</i> (...) O) <b>CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</b> I. <i>Cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo</i></p>	<p>Por las consideraciones expuestas en el Capítulo II de la presente MIA, referentes a las características del proyecto, es que, de manera previa a cualquier obra y actividad relacionada con el mismo, se presenta la MIA-R para su evaluación y correspondiente autorización por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA).</p> <p>Dentro de las obras y actividades que se tiene previstas para el presente proyecto se encuentra la construcción de un muelle que permitirá el atracó a embarcaciones y requerirá la construcción de una terminal de cruceros. Esta terminal será construida frente al muelle cruzando la Av. Rafael E. Melgar, por lo tanto se construirá un puente peatonal, por lo que al encuadrar dichas instalaciones en el artículo 5, incisos A) fracción III; O) fracción I; Q) y R) fracción I transcrito, es que se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental el presente proyecto.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial, de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;</i></p> <p>(...)</p> <p>Q) <b>DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</b></p> <p><i>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecten ecosistemas costeros, (...)</i></p> <p>R) <b>OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:</b></p> <p><i>I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y</i></p> <p><i>II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.”</i></p>	
<p><b>Artículo 10.-</b> <i>Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</i></p> <p><i>I.- Regional, o</i></p> <p><i>II.- Particular.</i></p>	<p>Como se observa, la conceptualización del proyecto, hacen que el mismo sea concebido en la modalidad Regional, ya que el proyecto comprende una serie de obras y actividades en una región ecológica determinada. Lo anterior queda debidamente justificado más adelante en el propio documento.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 11.-</b> La manifestación de impacto ambiental se presentará en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>(...)</p> <p>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y (...)</p>	<p>El conjunto de obras y actividades hacen que el proyecto tenga que ser evaluado con una visión regional, por parte de la DGIRA con objeto de obtener la autorización en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental.</p>
<p><b>Artículo 13.-</b> La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener a rasgos generales la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.”</p>	<p>El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita, ya que para la viabilidad del proyecto y autorización correspondiente, el promovente de manera previa a cualquier obra y actividad, ha procedido a la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, a través de la cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental que pudiera generar, así como su mantenimiento y la forma de evitar o atenuar los mismos dentro del marco de evaluación de impacto ambiental.</p>
<p><b>Artículo 44.</b> Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:</p> <p>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 que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;</p> <p>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</p> <p>III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el</p>	<p>En el capítulo IV de la presente MIA-R, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, lo cual nos da una idea general de que tan conservadas o perturbadas se encuentran las zonas en que se desarrollará el proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.</p> <p>Cabe destacar, que el sitio del proyecto no se ubica dentro de algún Área Natural Protegida, lo anterior, aunado al análisis ambiental del sitio debido a la determinación de su estado, así como de las medidas y acciones de mitigación y compensación permiten minimizar la posible afectación en la funcionalidad del ecosistema.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</i>	Asimismo, está el compromiso a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.
<b>Artículo 47.-</b> <i>La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i>	El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor del mismo, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-R, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.

El proyecto se ajusta a las disposiciones antes mencionadas, en tanto que a través de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se coadyuva en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

### III.3.3. Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ajusta a los preceptos establecidos en los artículos citados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), por lo que la modalidad de presentación de la manifestación de impacto ambiental, es la correcta (Regional), lo cual también podrá corroborarse con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), pues con el desarrollo del proyecto y dado que se tiene conocimiento de la existencia de otros proyectos en la zona, los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de éste en la zona son de tipo acumulativos, el cual se ha definido por el REIA, en su artículo 3, fracción VII, como sigue:

*“Artículo 3o.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:*

*(...)*

*VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;(…)”*

Vista la transcripción anterior y toda vez que, el desarrollo del presente proyecto participará de los impactos ambientales generados en el pasado, así como de aquellos que se generan actualmente por otros proyectos, es motivo por el cual se está ante la presencia de impactos acumulativos, de tal manera que la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se presenta es la correcta, lo que guarda congruencia con lo dispuesto por el artículo 11, del REIA, fracción IV, cuya literalidad es la siguiente:

*“Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

*(…)*

*III. Un conjunto de proyectos (…)*

*IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales (…)”*

Al respecto, se actualiza lo establecido por el artículo en mención, ante la existencia de otros proyectos, obras y actividades que se realizan actualmente en la zona en la que se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, por lo que con su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos; dando lugar a que se eleve la petición de autorización en materia de impacto ambiental, a través de una manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional.

Por otra parte, tal y como se muestra en la siguiente imagen, una fracción del SAR donde el proyecto pretende desarrollarse es un área urbana costera en la que se presentan hoteles, vías de comunicación, servicios e infraestructura urbana en operación que requieren del uso de recursos naturales como agua y generan residuos urbanos, además de los derivados de la densidad poblacional presente diariamente en el área y el propio SAR.



Figura III.1. Ubicación pretendida del proyecto y desarrollos turísticos existentes.

A mayor abundamiento, en el capítulo V de la MIA-R se presenta los impactos acumulativos que se identificaron y analizaron.

Por otra parte y a efecto de dar claridad, el proyecto, y conforme lo explicado anteriormente, se ubica en un sitio que presenta interacciones con diferentes componentes ambientales de amplitud regional (Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera del “Caribe Mexicano” y el Parque Nacional “Arrecifes de Cozumel”) y además ocurren actualmente impactos ambientales de naturaleza similar a los que potencialmente el proyecto pudiera ocasionar y consecuentemente se da el supuesto de la acumulación o en su caso sinergia.

Por lo antes señalado, conforme a la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente una MIA se define como: “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”.

Bajo las anteriores consideraciones, es que ha resultado posible concluir que es competente para su evaluación en materia de impacto ambiental, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en observancia del artículo 28 del Reglamento Interior de la SEMARNAT a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

### III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La vinculación de esta Ley con el proyecto se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en el desarrollo de este, como se mencionó en el Capítulo II.

Por lo tanto, la empresa promovente es responsable del manejo de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, tanto peligrosos, como residuos sólidos urbanos y de manejo especial, incluyendo la prevención de la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. La presente Ley señala las obligaciones del generador de acuerdo con el volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para la ejecución del proyecto, la promovente implementará una serie <b>Buenas prácticas ambientales</b> entre las que se incluye <b>el manejo de residuos peligrosos</b>, las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas actividades acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p>
<p><i>Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</i></p> <p>(...)</p> <p><i>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;</i></p> <p>(...)</p> <p><i>IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;</i></p>	<p>Para el desarrollo del presente proyecto se implementará una serie <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluye el manejo y gestión adecuada de los residuos de manejo especial, además de que durante el desarrollo del proyecto se dispondrá de contenedores para su resguardo y posterior disposición final por una empresa que esté legalmente autorizada.</p>
<p><i>Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:</i></p> <p><i>I. La forma de manejo;</i></p>	<p>Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, que pudieran generarse por la producción de residuos durante el desarrollo del proyecto, se implementará una serie <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se han considerado los factores de riesgo citados, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad ya sea de carácter ambiental o salud humana, tales</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>II. La cantidad;</p> <p>III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;</p> <p>IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de moverse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;</p> <p>V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;</p> <p>VI. La duración e intensidad de la exposición, y</p> <p>VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.</p>	<p>acciones serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto.</p>
<p>Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</p> <p>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.</p>	<p>Para el cumplimiento de dicho artículo, dentro de las acciones ambientales que se han considerado para el proyecto, se implementará una serie <i>Buenas prácticas ambientales</i> mismas que se han propuesto en observancia de la normatividad (NOM's) y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, el cual está incluido en la presente MIA-R.</p>
<p>Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</p>	<p>El presente proyecto generará residuos peligrosos provenientes principalmente de la maquinaria que se utilice, por lo que el promovente en observancia de lo dispuesto en dicho artículo será responsable del manejo adecuado y ambientalmente seguro, conforme a lo establecido en los instrumentos normativos que regulen la materia, apoyándose en la empresa que contrate para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la LGPGIR y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</p>
<p>Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos</p>	<p>En cumplimiento dicho artículo, el proyecto considera la contratación de empresas prestadoras de servicio para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual se cerciorará que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</i></p> <p><i>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</i></p>	
<p><i>Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.</i></p> <p><i>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</i></p>	<p>La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a dicho artículo.</p>

Por todo lo anterior, y en virtud de que se implementará una serie *Buenas prácticas ambientales* entre las que se incluye dar un debido manejo a los residuos generados por el promovente durante el desarrollo del proyecto, es que se dará debido cumplimiento a la Ley en análisis.

### III.3.5. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que el presente proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos en sus diferentes etapas de desarrollo se vinculará con las disposiciones aplicables.

Tabla III.4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos</b></p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto se implementará una serie <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se prevé el adecuado manejo de los residuos considerados peligrosos, por lo que la promovente contratará los</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<b>Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.</b>	servicios de una empresa autorizada y especializada en el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos entre los que se encuentran los suelos contaminados.
<b>Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos</b>	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de empresas prestadora de servicios, de la que se cerciorará la promovente que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
<b>Artículo 87 y 88.</b> <i>Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos</i>	La vinculación del proyecto con este artículo, se encuentra relacionada con las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de las que se cerciorará la promovente que cuenten con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
<b>Artículos 87 y 88, de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento</b>	Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate por la promovente del proyecto.
<b>Artículo 90, de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos</b>	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
<b>Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos</b>	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, precisando que el almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.

Por todo lo anterior, y en virtud de que se implementará una serie *Buenas prácticas ambientales* que incluyen el manejo y gestión adecuada de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos es que se da debido cumplimiento al Reglamento de referencia.

### III.3.6. Ley de Aguas Nacionales

Por la naturaleza del proyecto, el cual se pretende ubicar dentro de un ecosistema costero, y considerando la construcción de un muelle, como parte de las obras que se llevarán a cabo en la zona marina, se vincula el proyecto con la presente Ley y su Reglamento con los artículos que se consideran aplicables al mismo.

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 20.- (...)</b> Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de “la Comisión.”</p>	<p>En la etapa constructiva se utilizarán sanitarios portátiles, cuyos residuos serán manejados por la empresa contratada para dicho servicio.</p> <p>Con respecto a la operación, el edificio terminal de Cruceros contará con varios núcleos sanitarios cuya instalación de descarga residual estará conectada al drenaje municipal.</p>
<p><b>“Artículo 86 BIS-2.</b> Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición”.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento al artículo en cita ya que, no se realizará el depósito de residuos, basura, materiales o lodos en cuerpos de agua nacional o zonas federales. Para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y sus correspondientes zonas federales se implementarán las acciones establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.</p>

### III.3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El presente proyecto también se vinculará con el presente Reglamento, como ya se ha mencionado con anterioridad.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 134.-</b> Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto no se pretenden descargas de aguas residuales al mar. Las aguas residuales que sean generadas por la operación y mantenimiento del proyecto serán canalizadas a la red de drenaje municipal, así como también serán conducidas a la Planta de Tratamiento Municipal.</p>
<p><b>Artículo 135.-</b> Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la Ley, deberán:</p> <p>I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida la Comisión, o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la Ley y este Reglamento.</p>	

Por lo anterior, se da cumplimiento con los Instrumentos antes mencionados, en virtud de que no se pretenden descargas de ningún tipo de agua a cuerpos de agua nacionales o al mar.

### III.3.8. Ley General de Cambio Climático

El cambio de clima en la Tierra es resultado del uso intensivo de la atmósfera terrestre como vertedero de emisiones de gases de efecto invernadero. El problema consiste en que los volúmenes de éstos, especialmente del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante los últimos ciento cincuenta años de industrialización, superan las capacidades de captura de la biosfera. De esta forma, las concentraciones de CO<sub>2</sub> han pasado de 270 ppm (partes por millón) antes de la revolución industrial, a más de 413 ppm en la actualidad.

De manera que esta gran concentración ha provocado, entre otras cosas, que se eleve la temperatura media global y el nivel del mar, tanto por dilatación térmica como por derretimiento de los hielos en polos y glaciares.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<b>Artículo 28.</b> <i>La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional,</i>	Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades, mismas que serán las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>el Programa y los programas en los siguientes ámbitos: (...) IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;</p>	<p>frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad.</p> <p>No obstante lo anterior, el proyecto implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera.</p>
<p><b>Artículo 88.</b> Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.</p>	<p>El proyecto se sujetará a la presente disposición jurídica, en caso de estar dentro de los supuestos de fuentes fijas o móviles, sujetas a reporte.</p>

En ese sentido, es que se considera que se da cumplimiento con el presente ordenamiento legal, en virtud de cumplir con sus disposiciones.

### III.3.9. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 Constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 10.-</b> Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.</p>	<p>A efecto de no contravenir la presente disposición legal indicada por el artículo en cita, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, el mismo se ajustará a la resolución que la autoridad emita, no obstante que en caso de generar un daño al ambiente, la promovente reparará o compensará el mismo.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</i>	
<p><b>Artículo 11.-</b> La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.</p> <p>En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.</p> <p>Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.</p>	Con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, es que se ha sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental el proyecto, para obtener la autorización correspondiente, en la que la autoridad precisará las obras y actividades autorizadas, así como en su caso, las condiciones a que se sujetarán las mismas; por lo que una vez que sea expedida dicha autorización, el promovente se ajustará a la misma.

Por lo anterior, la promovente dará cumplimiento al presente cuerpo normativo, en virtud de que no pretende iniciar ningún tipo de obra u operación sino hasta obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental que tenga a bien otorgar esta Autoridad Ambiental.

### III.3.10. Ley General de Vida Silvestre

De acuerdo con las características ambientales del proyecto, en el que abarca un ecosistema marino y terrestre, se tiene la presencia de fauna en ambos ecosistemas, por lo que, en materia de vida silvestre, se dará respuesta durante su ejecución a los artículos 18, 19, 60 TER y 106 de la Ley General de Vida Silvestre.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 18.</b> Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p>	Dentro del SAR del proyecto se identificaron especies que se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, para lo cual se propone en la presente MIA-R implementar Programas de Manejo de Flora y de Fauna, cuyo fin es la reubicación de especies para su conservación en un hábitat con características similares a las de su rescate. La decisión del rescate también se motivó por el hecho

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>de que, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano Centro de Población Cozumel, el área donde se construirá la terminal de pasajeros está destinada al desarrollo urbano y turístico.</p>
<p>Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>Como parte de la MIA-R en el Capítulo VI se presentan, a consideración de la autoridad, las propuestas de los Programas de Manejo Integral de Flora y de Fauna.</p>
<p>Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</p> <p>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.</p>	<p>De acuerdo con los estudios de campo realizados para la elaboración de la presente MIA, la construcción y operación del proyecto no tendrá ninguna interacción con algún humedal que contenga manglar.</p> <p>Si bien es cierto que durante los recorridos en campo en la zona de la costa rocosa entre el malecón y el mar, hay una pequeña superficie ocupada por vegetación secundaria conformada por elementos de selva, malezas y algunos individuos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Conocarpus erectus</i>. De acuerdo con lo que se observa en las imágenes de satélite que se presentan a continuación, esta vegetación se empezó a desarrollar después de 2006.</p>  <p>The image is a satellite photograph of a coastal area. A road runs along the coast, with a small area of vegetation outlined in yellow. The year '2006' is written in the top left corner of the image.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p data-bbox="873 212 943 243"><b>2012</b></p>  <p data-bbox="824 680 1424 972">Lo anterior se sustenta con el hecho de que son individuos jóvenes y de poco vigor (aunque su crecimiento también puede ser muy lento debido a las condiciones poco favorables). Entre las características dasonómicas de estos individuos de manglar destacan diámetros entre los 0.01m y 0.15 m mientras que las alturas se encuentran entre los valores de 1 m y 5.5 m, estas mediciones evidencian ejemplares jóvenes con poco desarrollo (Ver mayor detalle en el Capítulo IV).</p> <p data-bbox="824 982 1424 1274">Es importante mencionar que la presencia de <i>Conocarpus erectus</i> es atípica en la superficie de costa rocosa, ya que de acuerdo con la CONAFOR esta especie crece en aguas someras y fangosas o salobres, principalmente en costas y estuarios de aguas tranquilas, en suelos sedimentarios de arcilla y limo, mientras que los manglares en general, se presentan principalmente en llanuras litorales y formando deltas relativamente abrigados.</p> <p data-bbox="824 1285 1424 1864">Sumado a lo anterior, en esta zona de la playa, se reportan especies que no podrían crecer en las condiciones ambientales donde comúnmente prosperan los individuos de mangle, además de que varias de ellas son especies reconocidas como plantas características de vegetación secundaria (<i>Lysiloma latisiliquum</i>, <i>Piscidia piscipula</i>, <i>Coccoloba barbadensis</i> y <i>Vachellia cornígera</i>) y algunas de ellas con características de ser plantas introducidas y altamente invasivas (como es el caso de <i>Lantana camara</i> y <i>Terminalia catappa</i>), y plantas de muy fácil dispersión como es <i>Cocos nucifera</i>. Evidenciando que esta zona se ha creado por plantas que se han logrado establecer en la zona, arribando ya sea por intervención humana o acarreo de semillas que pueden provenir de la selva mediana que se encuentra en el resto de la isla o de zonas cercanas que han sido dispersadas por medio de corrientes u otros animales, principalmente aves.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
	<p>Se puede apreciar que no se trata de un humedal costero, ya que no hay aportes de agua dulce y por lo tanto no hay circulación continua de agua salobre, ni tampoco se trata de un cuerpo lagunar o estero, por lo cual no representan sitios atractivos para establecimiento de fauna o bien resguardo y reproducción de peces. Además de que el aporte de agua que recibe es prácticamente sólo de agua de mar y el agua dulce se limita a lo provisto por la precipitación pluvial, por lo que los individuos encontrados, no representan un humedal costero que de acuerdo a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (ver vinculación en apartados siguientes) establece a la letra:</p> <p><i>“3.36. Humedales costeros: Ecosistemas costeros de tránsito entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que depende de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo se incluye las regiones marinas de no más de 6m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja”.</i></p> <p>Aunado a lo anterior cabe señalar que estos individuos de mangle no serán afectados, por el diseño del proyecto, ya que las obras serán desarrolladas por arriba de los individuos, además que se utilizarán materiales transparentes y con drenaje pluvial para mantener el paso de luz natural y agua de lluvia hacia el sitio donde están las plantas.</p> <p>A pesar de que no se afectará ningún humedal costero, como parte de la intención de apoyar el desarrollo sustentable, en esta MIA (ver capítulo VI) se propone la implementación de un Programa Voluntario de Conservación de Manglar integrado en el capítulo VI.</p> <p>Bajo los argumentos antes expuestos, las obras y actividades que conforman el proyecto no contravienen el contenido del artículo 60 TER de la Ley en cita.</p>
<p><i>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</i></p> <p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos</i></p>	<p>El proyecto considera acciones para el cuidado y conservación de las especies de flora y fauna, destacando que en la presente MIA-R, se propone en el Capítulo VI, Programas de Manejo Integral uno de Flora y otro para el manejo de Fauna.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</i>	

Por lo anterior, la promovente dará cumplimiento al presente cuerpo normativo, en virtud de que se llevarán a cabo las medidas y programas propuestos, una vez obtenida la Autorización en Materia de Impacto Ambiental que tenga a bien otorgar esta Autoridad Ambiental.

### III.3.11. Ley General de Bienes Nacionales

La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales, por lo que al respecto el proyecto se vincula con las siguientes disposiciones legales.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 7.- Son bienes de uso común:</b> (...) 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 reflujó hasta los límites de mayor flujo anuales;</p>	<p>El proyecto consiste en la construcción y operación de una instalación de un muelle, el cual se ubicará en un ecosistema costero, cuyas zonas corresponden a una parte terrestre y otra marina ocupando la zona federal marítimo terrestre, el mar, cuyas zonas se determinan como un bien de uso común.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>V.- La zona federal marítimo terrestre; (...)</p>	
<p><b>Artículo 20.</b> Las concesiones sobre bienes de dominio público no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el acto o título de la concesión.</p>	<p>El proyecto se ajusta a lo establecido en este artículo, ya que el uso y aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre se hará acorde a lo establecido en el título de concesión con que cuenta la promovente.</p>
<p><b>Artículo 119.</b> 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; (...)</p>	<p>El artículo en cita define lo que es la Zona Federal Marítimo Terrestre, por tal motivo, la promovente solicitó y obtuvo en su momento el título de concesión que le permite el uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>
<p><b>Artículo 120.</b> 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 acuicultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.</p>	<p>En atención al presente artículo, la promovente se ha ajustado a las políticas de sustentabilidad planteadas por la SEMARNAT a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, donde se gestionó y obtuvo el título de concesión de zona federal marítimo terrestre, mismo que será utilizado conforme a las bases que contiene.</p>

### III.3.12. Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar

A continuación, hacemos referencia de aquellos artículos que se vinculan con la realización del proyecto, con respecto al Reglamento en cita:

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 4º.</b> La zona federal marítimo terrestre se determinará únicamente en áreas que en un plano horizontal presenten un ángulo de inclinación de 30 grados o menos.</p> <p>Tratándose de costas que carezcan de playas y presenten formaciones rocosas o acantilados, la Secretaría determinará la zona federal marítimo terrestre dentro de una faja de 20 metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en dicha faja sea de 30 grados o menor en forma continua.</p>	<p>En el presente artículo, se define la Zona Federal Marítimo Terrestre de la cual el presente proyecto hará uso, por lo que el mismo se ubica dentro del supuesto legal previsto, asimismo, es importante mencionar que la promovente del presente proyecto cuenta con el título de concesión correspondiente para el debido aprovechamiento del bien nacional costero.</p>
<p><b>Artículo 5º.</b> 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.</p>	<p>La Zona Federal Marítima Terrestre en donde se ubicará el presente proyecto, son bienes de dominio público de la Federación.</p>
<p><b>Artículo 6º.</b> 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.</p>	<p>En este artículo se hace referencia que las obras proyectadas deben estar en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de los bienes comunes, y cuyas obras se apegaran a dichos lineamientos. La zona y actividades realizadas por la promovente son de carácter turístico por lo que la promovente ya cuenta con el título de concesión correspondiente.</p>
<p><b>Artículo 22.</b> La Secretaría mediante el acuerdo correspondiente, destinará al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales o municipales, las áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas que se requieran usar, aprovechar o explotar.</p> <p>Las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal o de los gobiernos de los estados o de los municipios, que para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo requieran se destinen a su servicio áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán presentar solicitud escrita a la Secretaría, precisando el área que requieran, así como el uso, aprovechamiento o explotación que vayan a darles, anexando croquis de localización de las mismas, así como los proyectos y planos de las obras</p>	<p>Las obras sujetas a evaluación se ajustarán a cada una de las autorizaciones correspondientes otorgadas por las autoridades competentes, a fin de aprovechar o hacer uso de manera sustentable de la zona federal marítimo terrestre.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>a ejecutarse y demás requisitos que conforme a las leyes y reglamentos sean necesarios.</i></p>	
<p><b>Artículo 23.</b> <i>Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, o los gobiernos de los estados o los municipios que cubran los requisitos previstos en la ley y el Reglamento, tendrán preferencia frente a los particulares para usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas.</i></p> <p><i>Cuando las áreas requeridas para fines públicos se encuentren concesionadas o permitonadas, la Secretaría de estimar procedentes las causas que aduzcan los solicitantes, podrá expedir la declaratoria de rescate o revocar el permiso, conforme a lo dispuesto por la Ley.</i></p>	<p>Los particulares, así como las instituciones públicas podrán usar, aprovechar y explotar los bienes del dominio público a través de un título de concesión o el permiso respectivo, por lo que el presente proyecto se apeg a presente artículo.</p>
<p><b>Artículo 24.</b> <i>Cuando en igualdad de circunstancias existan particulares interesados en usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, la Secretaría a fin de otorgar las concesiones o permisos correspondientes deberá observar el siguiente orden de prelación:</i></p> <p><i>I. Últimos propietarios de los terrenos que como consecuencia de los movimientos marítimos hayan pasado a formar parte de la zona federal marítimo terrestre;</i></p> <p><i>II. Solicitantes de prórroga de concesión o permiso, siempre y cuando hayan cumplido con las disposiciones de la Ley, del Reglamento y de la concesión o permiso;</i></p> <p><i>III. Solicitantes cuya inversión sea importante y coadyuve al desarrollo urbano y socioeconómico del lugar y sea compatible con los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre;</i></p> <p><i>IV. Ejidos o comunidades colindantes;</i></p> <p><i>V. Propietarios o legítimos poseedores de los terrenos colindantes con las áreas de que se trate;</i></p> <p><i>VI. Cooperativas de pescadores;</i></p> <p><i>VII. Concesionarios o permitonarios por parte de autoridad competente, para explotar materiales que se encuentren dentro de la zona federal marítimo terrestre; y</i></p> <p><i>VIII. Los demás solicitantes.</i></p> <p><i>Cuando concurren personas a las que en términos de este artículo les corresponda el mismo orden de preferencia, la Secretaría determinará a cuál de ellas</i></p>	<p>La obtención de una concesión es necesaria, cuando se lleva a cabo el uso, aprovechamiento o explotación especial de la zona federal marítimo terrestre, ajustándose el proyecto a lo que establece el presente artículo.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>otorgará la concesión o el permiso correspondiente, según la importancia de la actividad.</p>	
<p><b>Artículo 29.</b> 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:</p> <p>I. Ejecutar únicamente el uso, aprovechamiento o explotación consignado en la concesión;</p> <p>II. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión, a partir de la fecha aprobada por la Secretaría;</p> <p>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;</p> <p>IV. Responder de los daños que pudieran causarse por defectos o vicios en las construcciones o en los trabajos de reparación o mantenimiento;</p> <p>V. Cubrir los gastos de deslinde y amojonamiento del área concesionada;</p> <p>VI. Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada;</p> <p>VII. Cumplir con los ordenamientos y disposiciones legales y administrativas de carácter federal, estatal o municipal;</p> <p>VIII. Coadyuvar con la Secretaría en la práctica de las inspecciones que ordene en relación con el área concesionada;</p> <p>IX. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión, o las autorizadas posteriormente por la Secretaría;</p> <p>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</p> <p>XI. Cumplir con las obligaciones que se establezcan a su cargo en la concesión.</p> <p>Los permisionarios de los bienes a que se refiere este Reglamento tendrán que cumplir con las obligaciones señaladas en las fracciones I, II, III, VII, VIII, IX y XI de este artículo.</p>	<p>El proyecto se ajusta a todas y cada una de las disposiciones establecidas al presente artículo, así como a lo definido en el título de concesión expedido por la Secretaría.</p>
<p><b>Artículo 36.-</b> La SEMARNAT vigilará que el uso, aprovechamiento o explotación de los bienes a que se refiere este reglamento, se ajuste a las disposiciones vigentes sobre desarrollo urbano, ecología, así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>	<p>Corresponde a la SEMARNAT el cumplimiento con el presente artículo, sin embargo, el proyecto se ajusta a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano, así como a los lineamientos que establecen los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre.</p>

Visto lo anterior, la promovente dará cumplimiento a ambos cuerpos normativos, en virtud de que se respetará la Concesión de Zona Federal marítimo Terrestre otorgada al promovente.

### III.3.13. Ley de Puertos

La presente ley es de orden público y de observancia en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios. Debido a que el presente proyecto pretende la construcción de un muelle se vinculará con la presente Ley de Puertos con los artículos que se consideraron aplicables.

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con la Ley de Puertos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>ARTICULO 20.-</b> (...) Para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se requerirá de permiso de la Secretaría, sin perjuicio de que los interesados obtengan, en su caso, la concesión de la zona federal marítimo terrestre que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento al presente artículo, ya que realizará los trámites necesarios para obtener los permisos correspondientes ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en virtud de que, ante la SEMARNAT, ya se tramitó el título de concesión correspondiente.</p>

### III.3.14. Reglamento de la Ley de Puertos

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar las actividades de construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, administración y prestación de servicios en los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias previstos en la Ley de Puertos, por lo que en el caso que nos ocupa atendiendo a la naturaleza del proyecto, se vinculará con las disposiciones legales que se estimaron aplicables.

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Puertos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 21.- Para obtener permiso para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos de uso particular, y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se deberán cumplir con los requisitos establecidos en las fracciones I a IV, VI, VIII, IX, X y XII a XVII del artículo 17 de este Reglamento.</i></p>	<p>En su momento y de así requerirse, se obtendrá el permiso correspondiente que otorga la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.</p>

La promovente dará cumplimiento a los cuerpos normativos mencionados, a efecto de obtener el permiso correspondiente ante la SCT, siendo que la Concesión para el Uso y Aprovechamiento de Zona Federal Marítimo Terrestre ya cuenta con ella.

### III.3.15. Ley de Navegación y Puertos Marítimos

Esta ley es de orden público y tiene por objeto regular las vías generales de comunicación por agua, la navegación, su protección y los servicios que en ellas se prestan, la marina mercante mexicana, así como los actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 38.-</b> <i>La navegación que realizan las embarcaciones se clasifica en:</i></p> <p><i>I. Interior.- Dentro de los límites de los puertos o en aguas interiores mexicanas, como lagos, lagunas, presas, ríos y demás cuerpos del mar territorial, de agua tierra adentro, incluidas las aguas ubicadas dentro de la línea base del mar territorial;</i></p> <p><i>II. De cabotaje.- Por mar entre puertos o puntos situados en zonas marinas mexicanas y litorales mexicanos; y</i></p> <p><i>III. De altura.- Por mar entre puertos o puntos localizados en territorio mexicano o en las zonas marinas mexicanas y puertos o puntos situados en el extranjero, así como entre puertos o puntos extranjeros.</i></p> <p><i>La Secretaría, en coordinación con las demás dependencias de la Administración Pública Federal en sus respectivos ámbitos de competencia, deberá vigilar que la realización de las actividades económicas, deportivas, recreativas y científicas a</i></p>	<p>El muelle que se tiene considerado en el presente proyecto no hará uso de embarcaciones a título propio, sino que, sino que permitirá principalmente el atraque de grandes embarcaciones, buques y cruceros que llegan a la zona actualmente, permitiendo el abordaje y desembarque de pasajeros.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>desarrollarse mediante los distintos tipos de navegación cumpla con las disposiciones internacionales, legales y reglamentarias aplicables.</i>	

La promovente dará cumplimiento a las disposiciones del presente Instrumento jurídico, a efecto de brindar certeza jurídica a los usuarios del proyecto.

### III.4. Normas Oficiales Mexicanas

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna, tomado como base las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, haciéndose necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, mismo que se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<b>AGUA</b>	
<i>NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales</i>	Durante la operación y mantenimiento del proyecto se tiene contemplada la descarga de aguas residuales a la red de drenaje municipal y además de que se observará lo dispuesto en las presentes Normas Oficiales Mexicanas.
<i>NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</i>	
<i>NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</i>	
<b>AIRE</b>	
<i>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.</i>	El proyecto se vincula con las normas en cita, en materia de emisiones a la atmósfera y se supervisará que el parque vehicular, cumpla con un programa de mantenimiento preventivo que deberá ajustarse a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en cumplimiento a las presentes

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<p><i>NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible</i></p>	<p>normas, aunado a que el equipo que sea utilizado deberá operar en óptimas condiciones y en caso contrario ser reemplazado por otro, a fin de cumplir con los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases.</p>
<p><i>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.</i></p>	
<b>RESIDUOS</b>	
<p><i>NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</i></p>	<p>En lo que se refiere al manejo de residuos no peligrosos se contemplan actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos municipales.</p> <p>En torno al manejo de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, el proyecto que nos ocupa, se considera como un microgenerador de residuos peligrosos, por lo que, se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en la citada Ley y se observará lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas, proponiendo una vez autorizado el proyecto, implementar una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluyen actividades tales como envasado, almacenamiento, recolección y transporte, así como tratamiento y/o disposición final de los residuos. Asimismo, se reitera que se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas para la identificación y caracterización de los mismos, así como el manejo de los residuos de acuerdo con la incompatibilidad conforme a las características de cada uno de acuerdo con las normas en cita.</p>
<p><i>NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</i></p>	
<b>RUIDO</b>	
<p><i>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.</i></p>	<p>Esta norma se vincula con el proyecto particularmente para la instalación de infraestructura en la zona federal debido a la utilización de maquinaria ligera. Por lo tanto, es de observancia obligatoria para todo tipo de vehículos el cumplimiento de esta norma, los cuales deberán garantizar sus condiciones óptimas de operación, a fin de cumplir con los límites establecidos en emisión de ruido.</p>
<p><i>NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</i></p>	<p>La operación de equipos que se utilicen dentro de las instalaciones de proyecto cumplirá con los parámetros de emisión establecidos por la NOM, de 68 dB(A) diurnos y 65 dB(A) nocturnos.</p>
<b>RECURSOS NATURALES</b>	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<p><i>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.</i></p>	<p>Dentro del polígono a emplear para la ejecución del proyecto, se encontraron las siguientes especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010:</p> <p><b>Flora:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Thrinax radiata</i> (Guano de costa). Con categoría de amenazada</li> </ol> <p><b>Fauna:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Boa constrictor</i> (Mazacuata). Con categoría de Amenazada.</li> <li>2. <i>Sceloporus cozumelae</i> (Lagartija espinosa de Cozumel) Con categoría Sujeta a Protección Especial</li> <li>3. <i>Patagioenas leucocephala leucocephala</i> (Paloma corona blanca) Con categoría de Amenazada.</li> <li>4. <i>Sternula antillarum</i> (Charrán mínimo). Con categoría Sujeta a Protección Especial.</li> </ol> <p>Por lo anterior se llevará a cabo el Plan de Manejo Ambiental, dentro del cual se prevén los Programas de Manejo de Flora y otro de Manejo de Fauna, con lo cual se pretende la mitigación mediante el rescate, ahuyentamiento de fauna, o la reubicación tanto de flora como de fauna, y con ello minimizar los impactos negativos que se pudieran ocasionar por la ejecución del proyecto, respecto de las especies listadas en la NOM, tal como se dispone en al Capítulo VI de la presente MIA-R</p>

Dada la ubicación física del predio y la cercanía a la vegetación de mangle, se presenta el análisis de las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003, establecidas para la preservación, aprovechamiento, sustentable y restauración de humedales costeros en zonas de manglar.

### III.4.1. Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003

Como ya se ha discutido anteriormente, la construcción y operación del proyecto no tendrá ninguna interacción con humedales costeros y, por lo tanto, tampoco con comunidades de manglar. Durante los recorridos en campo en la zona de la costa rocosa entre el malecón y el mar, hay una pequeña superficie ocupada por vegetación secundaria conformada por elementos de selva, malezas y algunos individuos de *Avicennia germinans* y *Conocarpus*

*erectus*. De acuerdo con lo que se observa en las imágenes de satélite que se presentan a continuación, esta vegetación se empezó a desarrollar después de 2006.



Figura III.2. Imagen satelital de la franja costera donde se pretende desarrollar el proyecto.

Lo anterior se sustenta con el hecho de que son individuos jóvenes y de poco vigor (aunque su crecimiento también puede ser muy lento debido a las condiciones poco favorables). Entre las características dasonómicas de estos individuos de manglar destacan diámetros entre los 0.01m y 0.15 m mientras que las alturas se encuentran entre los valores de 1 m y 5.5 m, estas mediciones evidencian ejemplares jóvenes con poco desarrollo (ver detalle en el Capítulo IV).

Es importante mencionar que la presencia de *Conocarpus erectus* es atípica en la superficie de costa rocosa, ya que de acuerdo a la CONAFOR esta especie crece en aguas someras y fangosas o salobres, principalmente en costas y estuarios de aguas tranquilas, en suelos sedimentarios de arcilla y limo, mientras que los manglares en general, se presentan principalmente en llanuras litorales y formando deltas relativamente abrigados. Sumado a lo anterior, en esta zona de la costa, se reportan especies que no podrían crecer en las condiciones ambientales donde comúnmente prosperan los individuos de mangle, además de que varias de ellas son especies reconocidas como plantas características de vegetación secundaria (*Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Coccoloba barbadensis* y *Vachellia cornígera*) y algunas de ellas con características de ser plantas introducidas y altamente invasivas (como es el caso de *Lantana camara* y *Terminalia catappa*), y plantas de muy fácil dispersión como es *Cocos nucifera*. Evidenciando que esta zona se ha creado por plantas que se han logrado establecer en la zona, arribando ya sea por intervención humana o acarreo de

semillas que pueden provenir de la selva mediana que se encuentra en el resto de la isla o de zonas cercanas que han sido dispersadas por medio de corrientes u otros animales, principalmente aves.

Se puede apreciar que no se trata de un humedal costero, ya que no hay aportes de agua dulce y por lo tanto no hay circulación continua de agua salobre, ni tampoco se trata de un cuerpo lagunar o estero, por lo cual no representan sitios atractivos para establecimiento de fauna o bien resguardo y reproducción de peces. Además de que el aporte de agua que recibe es prácticamente sólo de agua de mar y el agua dulce se limita a lo provisto por la precipitación pluvial, por lo que los individuos encontrados, no representan un humedal costero como se muestra en las siguientes imágenes.







Por otra parte, el numeral 3.36 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 establece que los *humedales costeros* se definen como aquellos “*Ecosistemas costeros de tránsito entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que depende de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluye las regiones marinas de no más de 6m de profundidad en relación con el nivel medio de la marea más baja*”. Aunado a lo anterior cabe señalar que estos individuos de mangle no serán afectados, por el diseño del proyecto, ya que las obras serán desarrolladas por arriba de los individuos, además que se utilizarán materiales transparentes y con drenaje pluvial para mantener el paso de luz natural y agua de lluvia hacia el sitio donde están las plantas.

Una vez expuesto lo anterior y en virtud de que las disposiciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003 son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros, **lo cual no es el caso de presente proyecto** y aun cuando la Norma Oficial Mexicana no resulta de observancia para el proyecto que nos ocupa con el fin de ahondar en el análisis jurídico, se presenta la siguiente vinculación.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.0	<p>Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <p>La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;</p> <p>La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</p> <p>Su productividad natural;</p> <p>La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</p> <p>Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</p> <p>La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;</p>	<p>Tal como se señaló anteriormente, las obras y actividades que se tienen consideradas en el proyecto no incidirán en comunidades de manglar ni humedales costeros.</p> <p>No obstante, de que no hay un humedal o comunidad de manglar que pueda ser afectada, es conveniente subrayar que no se realizará remoción, trasplante o poda de los individuos de mangle ubicados en la zona donde se construirá el proyecto.</p> <p>Complementariamente, dado que las obras para el paso de pasajeros serán elevadas, por encima del dosel de la vegetación que está en la costa, además que se utilizarán materiales transparentes y con drenaje pluvial para mantener el paso de luz natural y agua de lluvia hacia el sitio donde están los individuos de mangle, el vigor de estos últimos se mantendrá.</p> <p>Por otro lado, las obras que se desarrollarán no modificarán ningún escurrimiento superficial o flujo subterráneo de agua, así que no habrá cambios que pudieran afectar el flujo hidrológico</p>

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	<p>Cambio de las características ecológicas; Servicios ecológicos;</p> <p>Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).»</p>	<p>hacia los individuos de mangle, ni la productividad que éstos puedan tener.</p> <p>Aun así, se propone la implementación de Programa Voluntario de Conservación de Manglar integrado en el capítulo VI de esta MIA.</p>
4.1	<p>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>	<p>La especificación en cita no guarda relación con el proyecto, derivado de que el presente proyecto no contempla obras de canalización, interrupción del flujo hidrológico o desvío de agua, que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de humedales costeros.</p>
4.2	<p>Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad dentro de las obras pretendidas por el proyecto, no se contempla la construcción de canales, por lo que la especificación de referencia no guarda relación con el proyecto.</p>
4.3	<p>Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p>	<p>Para el desarrollo del proyecto no prevé la existencia de canales, por lo que la especificación que nos ocupa, no guarda relación con el mismo.</p>
4.4	<p>El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.</p>	<p>El proyecto da cumplimiento al presente criterio, ya que aun cuando pretende la construcción de un muelle, este no tendrá interacción alguna con manglares y se respetarán totalmente los individuos de mangle presentes.</p>
4.5	<p>Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	<p>La especificación no guarda relación con el proyecto, ya que no pretende la construcción de bordos, además de que no se trata de un humedal costero.</p>
4.6	<p>Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p>En el desarrollo del proyecto se implementarán programas ambientales en el manejo de residuos y agua, con objeto de prevenir contaminación al ambiente y en consecuencia evitar la degradación de los ejemplares de mangle (el proyecto no incide en humedales costeros). Las estrategias propuestas son presentadas en el Capítulo VI, de la presente MIA-R.</p>
4.7	<p>La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo</p>	<p>El proyecto no verterá agua en ninguna cuenca que alimente un humedal costero; así como</p>

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	tampoco utilizará de agua proveniente de la cuenca que alimenta a los mismos.
4.8	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	No habrá vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua que puedan dañar a los ejemplares identificados ni ningún ecosistema de humedal costero, durante las diversas etapas de desarrollo del proyecto.
4.9	El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	Esta especificación no guarda relación con el proyecto, ya que el vertimiento de aguas residuales en la etapa de operación y mantenimiento se conducirán a la red de drenaje Municipal.
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El proyecto contempla la extracción de agua salada, situación que no afectará los ejemplares de manglar, pues como se ha mencionado el aporte de agua que reciben los individuos en referencia es mayormente de agua de mar y el agua dulce se limita a lo provisto por la precipitación pluvial.
4.11	Se debe evitar introducción de ejemplares o poblaciones que puedan tornar perjudiciales en aquellos casos en donde existan evidencias en las que algunas especies estén provocando u daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaria evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Para el desarrollo del proyecto, no se pretende la introducción de especies exóticas, motivo por el cual no se contraviene a presente especificación.
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Como ya se indicó el área donde se desarrollará el proyecto no tiene algún aporte de agua dulce apreciable, por lo que toda el agua que recibe proviene del mar todo el año.

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	No guarda relación la especificación en cita con el proyecto. No se pretende el desarrollo de vías de comunicación sobre humedales costeros.
4.14	La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	No habrá construcción de vía de comunicación aledaña, colindante o paralela al flujo de humedales costeros, no obstante ello, se precisa que ya existe una vía general de comunicación aledaña a los ejemplares de manglar identificados.
4.15	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	No habrá desarrollo de obras en zona de vegetación del manglar.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	El proyecto no incidirá sobre vegetación de manglar ni de humedales costeros, así como tampoco tiene como propósito la construcción de obras a una distancia menor de 100 metros.
4.17	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	En la etapa constructiva del proyecto, el material para la construcción del inmueble será obtenido de sitios o banco de préstamo debidamente autorizado, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas.
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de	No habrá relleno, desmonte, quema, ni desecación de vegetación de humedal costero. Por lo que el proyecto se ajusta al presente criterio. Se ha demostrado, en el presente capítulo que el proyecto no tendrá afectación

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	sobre los ejemplares de manglar ni humedales costeros de acuerdo con el análisis hidrológico incluido.
4.19	Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	No habrá actividades de dragado que originen actividades de tiro o zonas de tiro en zonas de manglar ni humedales costeros.
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	No habrá disposición de residuos sólidos zonas de manglar ni humedales costeros. Se implementará una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluye el manejo adecuado de los residuos de conformidad a la legislación aplicable a fin de prevenir contaminación del ambiente por inadecuada disposición de residuos sólidos.
4.21	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente del 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina su capacidad de carga hidrológica.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto. La naturaleza de las obras corresponde al sector turístico.
4.22	No se permite la construcción de Infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar a excepción de canales de toma y descarga, las cuales deberán contar con previa autorización en materia de impacto ambiental, y de cambio de utilización de terrenos forestales.	La especificación en cita no guarda relación con el proyecto. La naturaleza de las obras corresponde al sector turístico.
4.23	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	No guarda relación la especificación en cita con el proyecto. No se pretende la construcción de canales. Así como tampoco la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.
4.24	Se favorecerán los proyectos de unidades de producción agrícola que utilicen tecnología de toma de descarga de agua, diferente a la canalización.	No guarda relación con el proyecto. Las obras no corresponden a la producción agrícola.
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	No guarda relación con el proyecto. Las obras no corresponden a actividades acuícolas.

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.26	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglar deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no pretende la extracción de agua, además de que no habrá remoción de larvas, peces y moluscos.
4.27	Las obras o actividades extractivas relaciones a la producción de sal, solo podrán ubicarse en salitres naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural del agua en el ecosistema.	No se pretende el desarrollo de actividades extractivas relacionadas a la producción de sal.
4.28	La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales de preferencia en palafitos, que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y de informe preventivo.	El proyecto no se localizará sobre un humedal costero.
4.29	Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencias de especies en riesgo.	No se pretende el desarrollo de actividades náuticas.
4.30	En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas de riesgo como el manatí.	No habrá actividades de turismo en áreas restringidas donde se utilicen motores.
4.31	El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato, y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	No guarda relación con el proyecto. No se pretenden actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El desarrollo del proyecto no se realizará en humedales costeros, razón por la que no habrá fragmentación de los mismos.

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.33	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	No habrá construcción de canales que fragmenten ecosistemas de humedales costeros.
4.34	Se debe evitar la compactación de marismas y humedales costeros, como resultado del paso de ganado, personas y vehículos y otros factores antropogénicos.	No habrá compactación de humedales costeros toda vez que el proyecto no incide en estos.
4.35	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	No habrá restauración de zona de manglar. Sin embargo, se llevarán a cabo estrategias ambientales que conducen a la protección y conservación de dicha zona, como es un manejo adecuado de residuos de conformidad a la legislación y normatividad aplicable, en el que se incluye una disposición final y adecuada de las aguas residuales posterior a su tratamiento. De manera complementaria, se propone la implementación de un Programa Voluntario de Conservación de Manglar integrado en el capítulo VI de esta MIA.
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El desarrollo del proyecto no afectará ni se encuentra asociado a ninguna unidad hidrológica que alimente comunidades vegetales de manglar. No hay ríos o hidrología superficial que se vea afectada por el proyecto, ni flujos subterráneos o aportes del manto freático que alimenten la zona de manglar. No habrá vertimiento de aguas residuales. Las aguas residuales que generen por el desarrollo del proyecto serán tratadas.
4.38	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	En el desarrollo del proyecto no se pretende la restauración del manglar. Sin embargo, se propone la implementación de un Programa Voluntario de Conservación de Manglar (Ver el Capítulo VI de la presente MIA-R).
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	No guarda relación con el proyecto. Como se indicó anteriormente, no habrá restauración de humedales costeros.

Núm.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No habrá introducción de especies exóticas en humedales costeros. No se pretende la restauración del humedal.
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	No guarda relación con el proyecto. No se pretende la restauración del humedal.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	La presente MIA, ha integrado un análisis en el balance hídrico entre el aporte hídrico de agua marina y dulce (mayormente pluvial) que alimenta a los ejemplares de manglar identificados mediante el que a su vez se demuestra que el proyecto no influirá en la dinámica hídrica de dichos individuos (ver capítulo IV).
4.43	La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	Aun cuando el proyecto no afectará ningún humedal costero, se propone la implementación de un Programa Voluntario de Conservación de Manglar (Ver el Capítulo VI de la presente MIA-R).

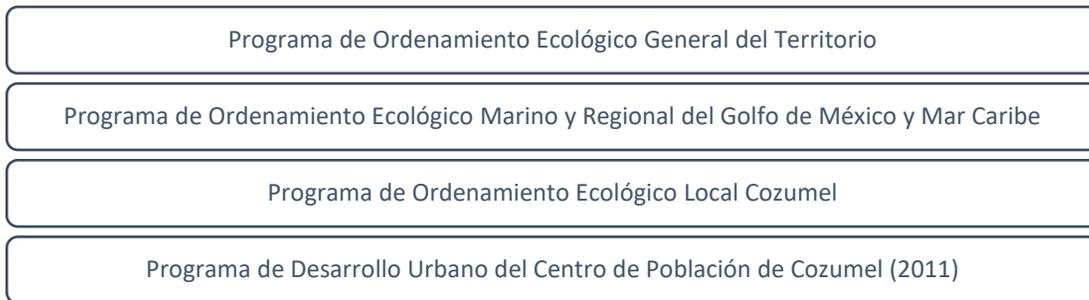
### III.5. Instrumentos de Política Ambiental y Desarrollo Urbano

Los instrumentos de ordenamiento territorial tienen por objeto la planificación y gestión para el uso del territorio como medio para alcanzar la sostenibilidad ambiental, social y económica. Es decir, estos instrumentos buscan que las actividades realizadas en el territorio de estudio puedan utilizar los recursos del mismo sin rebasar su capacidad de regeneración de una manera rentable y viable. De manera general existen dos tipos de ordenamientos territoriales, los enfocados a la planeación urbana y los dirigidos a la política ambiental.

En principio, el ordenamiento ecológico como instrumento de política ambiental, tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades

de aprovechamiento de estos. Por su parte, los programas de desarrollo urbano buscan establecer usos de suelo buscando un crecimiento ordenado de las áreas urbanas principalmente, pues el desarrollo urbano en México se ha caracterizado por la expansión desordenada de sus áreas urbanas, lo que ha generado zonas marginadas, segregación habitacional y la ocupación irregular del suelo en las periferias.

Atendiendo a la intención de los instrumentos antes citados, en este apartado se evidencia la observancia y congruencia del proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables; así como restricciones, usos del suelo permitidos o prohibidos y compatibilidad del proyecto con los criterios marcados por los planes de desarrollo urbano aplicables. Los instrumentos analizados y vinculados con el proyecto son los que se muestran a continuación.



*Figura III.3. Instrumentos de Política Ambiental vinculados con el proyecto.*

### III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, prevé varios aspectos, entre otros, los siguientes:

- El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.

- El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa– que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.
- Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal, y a las entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante, a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (1:2,000,000), la empresa promotora llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto se encuentra en la **Región Ecológica 17.33 Unidad Ambiental Biofísica 62** denominada “**Karst de Yucatán y Quintana Roo**”, como se aprecia en la siguiente figura, con política ambiental de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**. Asimismo, en la tabla subsecuente, se incluyen las estrategias, políticas y los rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables a la UGA en la que incide el proyecto.

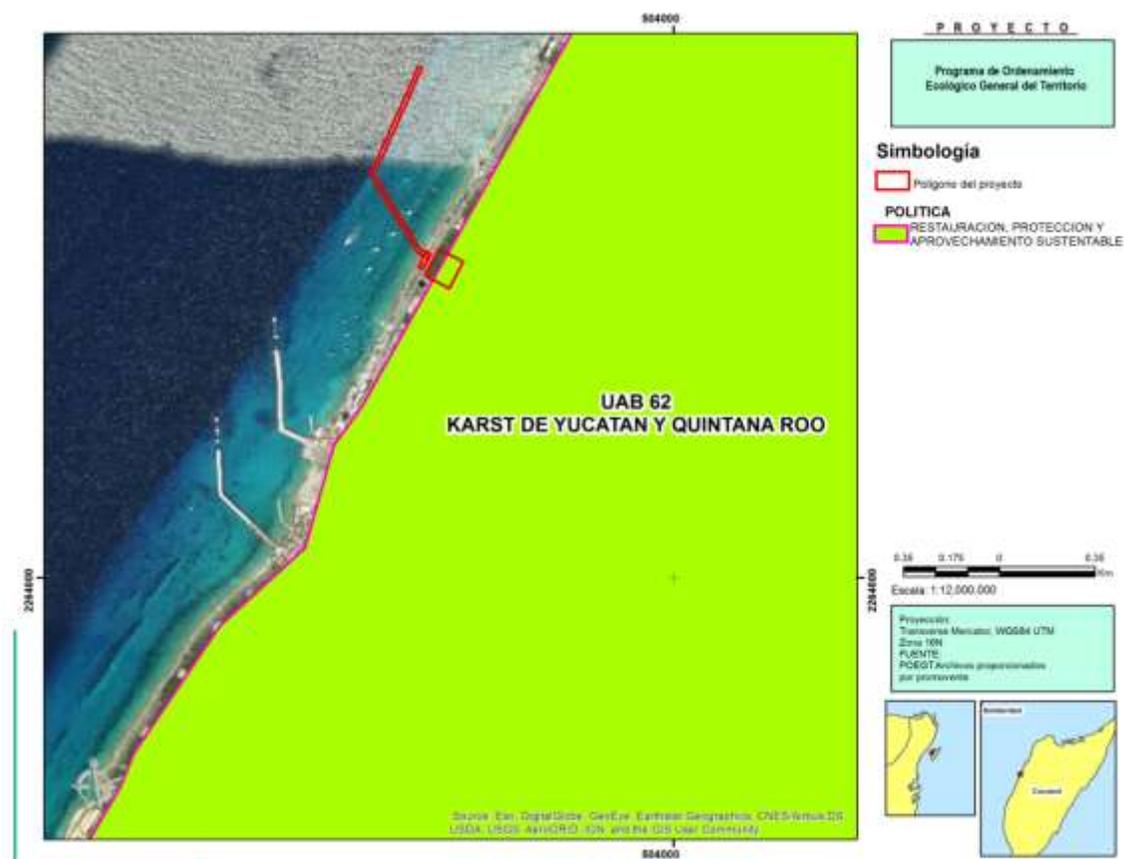


Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT.

Tabla III.16. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al proyecto, conforme al POEGT.

UAB	Clave de región	Nombre de la UAB	Estrategias	Política Ambiental	Localización
62	17.33	Karst de Yucatán y Quintana Roo	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	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo.

Las estrategias ecológicas delimitadas en el POEGT y definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el

compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT.

En este sentido, se incluyeron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Cabe señalar que ninguna de estas estrategias es contravenida por el proyecto, así como tampoco sus lineamientos. Por el contrario, el proyecto coadyuvará al cumplimiento de los mismos pues se prevé su realización de manera sustentable. Esto se evidencia a partir de la vinculación del proyecto con las estrategias contenidas en el POEGT.

Tabla III.17. Vinculación del proyecto con las estrategias del POEGT.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Considerando la naturaleza del proyecto, se ha propuesto en la presente MIA-R la implementación de un Programa de Manejo de Flora y otro de Fauna, a efecto de preservar las especies que se pudieran verse afectadas con la realización del proyecto.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto da cumplimiento a la presente estrategia, ya que de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 3, fracción III de la LGEEPA, respetará la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, sin realizar algún aprovechamiento de especies de flora y fauna.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La presente estrategia no guarda relación con el proyecto, ya que no pretende el aprovechamiento de suelo agrícola o pecuario.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No guarda relación con el proyecto la presente estrategia, ya que no se pretende tecnificar zonas de cultivo.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Debido a la naturaleza del proyecto, no se pretende el aprovechamiento de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto hizo la valoración de los recursos naturales tales como servicios hidrológico, captura de carbono y la custodia y conocimiento de la biodiversidad durante el desarrollo de proyecto y en qué medida influye en estos servicios ambientales, es decir, que a través de la

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		identificación de los impactos ambientales que el proyecto pudiera generar y las medidas propuestas para minimizarlos, atenuarlos o compensarlos, asimismo ha propuesto la implementación de diversos programas con la finalidad de que dicho proyecto se desarrolle de manera sustentable, valorando los servicios ambientales de la zona.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Con la realización del presente proyecto no se alterarán cuencas o se sobreexplotarán acuíferos, ya que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se suministrará el agua necesaria mediante pipas; por su parte, en la etapa operativa se contará con conexión a la red municipal de suministro.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Como se puede observar, esta estrategia es facultad de la Autoridad Ambiental, en ese sentido, el proyecto no guarda relación con las actividades señaladas en la misma, por lo que no le resulta aplicable.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	El proyecto que nos ocupa no consiste en la intervención o aprovechamiento de presas administradas por CONAGUA, por lo que la estrategia en cita no guarda relación con el mismo.
	12. Protección de los ecosistemas.	Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo acciones para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua, costa, etc., a través de los programas ambientales, buenas prácticas ambientales y medidas específicas propuestas para el presente proyecto y estructurados en el Plan de Manejo Ambiental, con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el desarrollo del mismo, lo que garantizará la protección de los recursos naturales y ecosistemas en los que incide.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Dentro de las actividades pretendidas no se contempla el uso de agroquímicos o biofertilizantes. Por lo que la estrategia en cita no guarda relación con el proyecto que nos ocupa.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	En primera instancia es necesario precisar que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto en su mayor parte se trata de un espacio urbanizado. Dicho sitio pretende aprovecharse dentro de los parámetros urbanísticos y bajo el amparo de la Legislación Federal aplicable al caso.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		Por otro lado, si bien es cierto que el proyecto no corresponde a una estrategia de restauración de ecosistemas forestales y de suelos agrícolas, este prevé que los impactos generados a los componentes de vegetación y suelo serán mitigados y en su caso compensados, para lo cual se cumplirá con el Programa de Manejo de Flora y el Programa de Protección del Suelo, los cuales se encuentran descritos en el capítulo VI de la presente MIA-R.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El cumplimiento de las estrategias en cita corresponde a las Autoridad locales y no así a los particulares. Lo anterior en virtud de que para su realización requiere de la intervención de las autoridades en el rediseño de los instrumentos de política que fomenten el turismo.  Sin embargo, el proyecto coadyuvará al cumplimiento de las estrategias en cita puesto que contribuirá en el desarrollo turístico de la región, a sostener y diversificar la demanda turística, así como en la generación de empleos.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	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).	
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto coadyuva al cumplimiento de la presente estrategia, ya que lo compone la construcción de un muelle que permitirá principalmente el atraque de grandes embarcaciones, buques y cruceros que llegan a la zona actualmente, permitiendo el abordaje y desembarque de pasajeros. En este sentido el proyecto busca impulsar el turismo y con ello ampliar la generación de empleos, desarrollando ciudades y zonas seguras, sustentables y bien estructuradas.
	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.	Corresponde a la autoridad local, frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano. No obstante, el proyecto es congruente con los ordenamientos de planeación urbana y de política ambiental, tal como se evidencia en el presente capítulo.
E) Desarrollo social	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.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto, dado que el mismo no realizará actividades relacionadas con el sector agroalimentario.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto no se desarrollará en una localidad rural con prácticas agrarias. La estrategia en cita no guarda relación con el proyecto.  Cabe destacar que el proyecto generará empleos temporales y permanentes durante la preparación de sitio, la etapa de construcción, operación y mantenimiento, lo cual apoyará a mejorar la economía de la zona.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto. Debido a la naturaleza del proyecto no pretende llevar a cabo actividades enfocadas a esta estrategia de desarrollo social.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	La estrategia en cita no guarda relación con el proyecto, puesto que corresponde a las autoridades competentes la observancia de la misma. Sin embargo, a pesar de que el proyecto no está dirigido a personas en condición de pobreza, si beneficiará el crecimiento y calidad de vida de la región, generando más empleos y mejorando la infraestructura y los ingresos provenientes del turismo.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, 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.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto, debido a su naturaleza este no pretende llevar a cabo actividades enfocadas al desarrollo social.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto, ya que no se realizarán actividades de desarrollo social. Durante el desarrollo del proyecto, no se generarán situaciones de vulnerabilidad.
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto no afecta los derechos de propiedad rural ya que se pretende llevar a cabo en propiedad privada y zona federal marítimo terrestre.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto, ya que no está sujeto a integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.

Estrategias		Vinculación con el proyecto
	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.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto, ya que no está sujeto a impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal, sin embargo, se ha ajustado al cumplimiento de los mismos.

Por todo lo anterior, se puede observar que el proyecto cumple con las estrategias establecidas por el POEGT, fortaleciendo el instrumento ecológico normativo y vigorizando la economía de la región.

Es importante destacar que el proyecto propuesto es congruente respecto a la política y estrategias de la UAB de interés refiriendo como punto relevante que contempla en su política al Aprovechamiento Sustentable definido por el mismo POEGT como *“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 (LGEEPA, Artículo 3, fracción III)”*.

En relación con lo anterior, para el desarrollo del proyecto se han considerado acciones ambientales tendientes a la protección del ecosistema costero en el que se ubica, así como a prevenir, mitigar y en su caso a compensar los impactos ambientales que serán generados. Estas medidas se encuentran detalladas en el capítulo VI de esta MIA-R.

### III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, y establece, entre otras cosas lo siguiente:

- El POEMyRGMyc, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los

recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. El POEMyRGMMyMC 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.

Conforme a lo anterior, no se establece como una obligación para los particulares, como es el caso de la promovente, el logro de las metas regionales planteadas en el POEMyRGMMyMC, sino a la administración pública, optimizando para ello el uso de los recursos públicos.

- El POEMyRGMMyMC también establece que se construyeron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con base en los dos criterios centrales siguientes: primero el ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la complejidad del territorio ordenado, y segundo que debe ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

Lo anterior, pone de manifiesto que el POEMyRGMMyMC es sobre todo un instrumento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal, no para los particulares, como es el caso de la promovente y el desarrollo del proyecto.

- El POEMyRGMMyMC establece una serie de estrategias ecológicas, y acciones orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Las estrategias son generales o específicas, y para cada una de ellas se han identificado los sectores responsables para su instrumentación, cumplimiento de las acciones, y seguimiento en el programa. Los principales responsables, se refiere a las autoridades estatales, municipales o a la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsables de llevar a cabo, en el marco de sus atribuciones, las acciones en ella descritas.

Lo antes expuesto evidencia que los responsables del cumplimiento de lo establecido en el POEMyRGMMyMC corresponden a las dependencias, entidades y autoridades federales,

estatales y municipales que pudiesen tener atribuciones y facultades relacionadas con su instrumentación.

Por lo tanto, se concluye que **no es aplicable dicho instrumento de política ambiental al proyecto**, sin embargo, para efectos de ahondar en el análisis jurídico, se presenta la vinculación con el mismo.

### III.5.2.1 Modelo de Ordenamiento Ecológico

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

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 con su ubicación.
  - **Área Regional**, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas 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 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

En la siguiente figura se visualiza la conformación del Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental clasificadas en marinas y regionales.

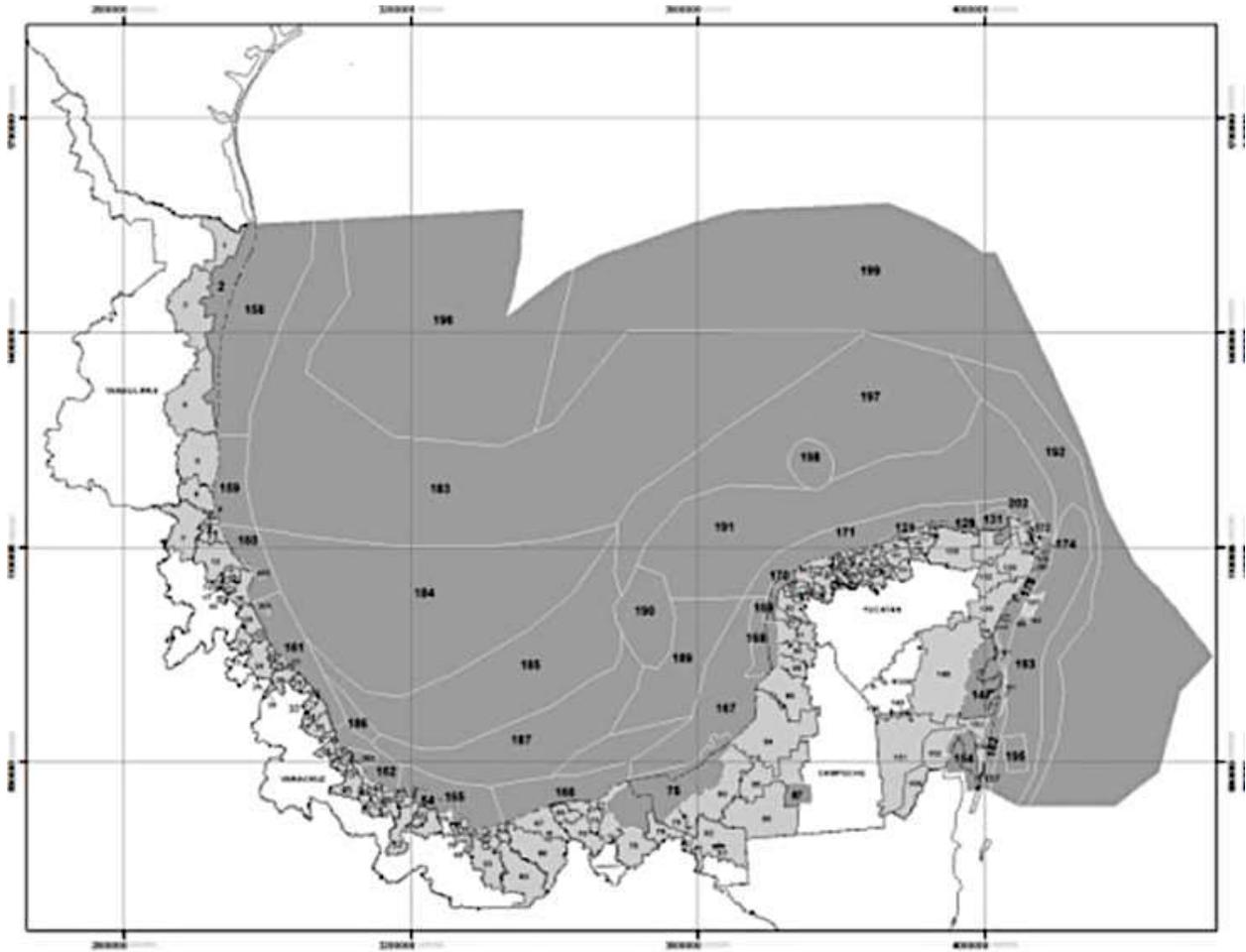


Figura III.5. Modelo de Ordenamiento en Unidades de Gestión Ambiental POEMyRGMMyMC.

El proyecto que nos ocupa se ubica en la **UGA 178** denominada “**Zona marina de competencia federal**” para las obras marinas y la **UGA 141** denominada “**Cozumel**” para las obras en zona terrestre, tal como se muestra en la siguiente figura.

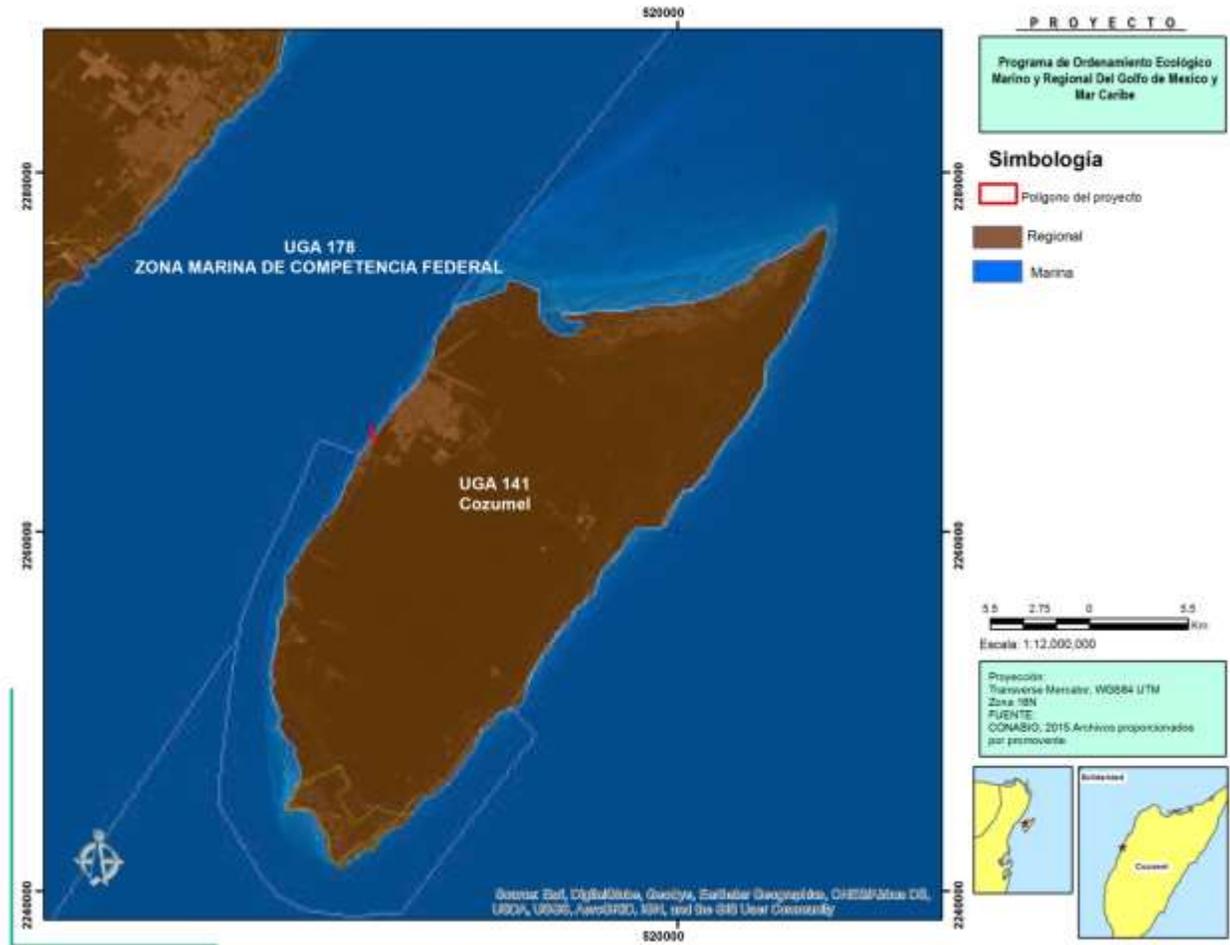


Figura III.6. Ubicación del proyecto con respecto al POEMyRGMMyC.

Las características de las Unidades de Gestión Ambiental en las que incide el proyecto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III.18. Unidades de Gestión Ambiental 141 y 178 del POEMyRGMMyC.

UGA	Nombre de la UGA	Acciones generales	Acciones específicas	Subregión
141	Cozumel	1-65	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73	Aplican criterios de Zona Costera inmediata Mar Caribe 1-14 y los criterios para Islas IS-01 al IS-16.
178	Zona Marina de Competencia Federal	1-65	7, 13, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 71, 73, 74	Aplican criterios de Zona Costera inmediata Mar Caribe 1-14

Las acciones establecidas por el ordenamiento son Generales o Específicas y se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico, pronóstico y constituyen los elementos más finos y directos para inducir y lograr el estado deseado de cada UGA.

- Las **acciones generales (G)** aplican a todas las UGA del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO). Estas Acciones se implementarán en el ASO, por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo con sus atribuciones. Servirán para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos y para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área. Para cada uno de estas se han identificado los principales sectores responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa.
- Las **acciones específicas (A)** se asignan a cada UGA de acuerdo con sus diferentes características y en correspondencia con los lineamientos ecológicos. Los principales responsables se encuentran identificados de acuerdo con su participación en el cumplimiento de las acciones.

De acuerdo a lo antes expuesto, en los siguientes apartados se presenta la vinculación del proyecto con las Acciones Generales y Acciones Específicas.

### III.5.2.2 Acciones Generales

A continuación, se presenta la tabla de acciones generales y su vinculación con el proyecto.

Tabla III.19. Vinculación del proyecto con las acciones generales del POEMyRGMMyMC.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
<b>1. Adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático Global (CCG).</b>		
<b>G006</b>	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las emisiones de contaminantes a la atmósfera serán ocasionadas en su mayoría por el uso de maquinaria para la realización de los trabajos del proyecto en la etapa constructiva del mismo, lo que se controlará mediante el mantenimiento periódico y una verificación constante durante su uso, por lo que el proyecto coadyuvará con las acciones en cita, no obstante que se

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		observará el contenido de las normas oficiales mexicanas aplicables.
<b>G007</b>	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 instrumentación de la presente acción, por su naturaleza, corresponde a las autoridades, por lo que no resulta vinculante al proyecto que nos ocupa.
<b>G025</b>	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El presente proyecto no introducirá especies, en todo caso preservará aquellas especies existentes dentro del predio del proyecto que pudieran verse afectadas por la realización del mismo, para lo cual propone en la presente MIA-R, un Programa de Manejo de Flora y otro de Fauna (ver capítulo VI).
<b>G037</b>	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El presente criterio no guarda relación con el proyecto, ya que en todo caso, corresponde a la Autoridad competente elaborar los modelos de sostenibilidad de la producción de cultivos.
<b>G038</b>	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	<p>Con base en los antecedentes de la zona, puede destacarse que el sitio seleccionado no resulta potencialmente valorable para llevar a cabo la captura de carbono, toda vez que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es un sitio alterado por actividades antropogénicas urbanas.</p> <p>En la zona terrestre del proyecto, en el predio la vegetación existente corresponde a vegetación secundaria cuya fijación ha sido reducida, por lo que no es la más viable para la fijación de carbono. No obstante ello, para el desarrollo del proyecto se propone, como parte del Programa de Manejo de Flora, la reubicación de ejemplares susceptibles a rescate así como la revegetación con especies nativas privilegiado conservar los ejemplares cuyas condiciones contribuyen a la fijación de carbono. Por lo anterior, el proyecto da cumplimiento a la acción en cita.</p>
<b>G057</b>	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La presente acción, se encuentra a cargo de las Autoridades a través de sus Áreas del Sector Salud, así como de Centros de Investigación, por lo que la acción no es vinculante al proyecto, en tanto que no se trata de un centro de investigación.
<b>2. Incremento en la participación de tecnologías limpias.</b>		
<b>G027</b>	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Como puede observarse, las presentes acciones generales resultan competencia de las Autoridades en sus tres órdenes de gobierno, a efecto de promover la aplicación de energías renovables para proyectos cuya finalidad sea esa, sin embargo, el proyecto no se ubica
<b>G028</b>	Promover el uso de energías renovables.	
<b>G029</b>	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
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.	en este supuesto, motivo por el cual, no resulta de observancia para el mismo.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
<b>3. Conservación de la Biodiversidad.</b>		
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La presente acción general no es vinculante con el proyecto en comento, ya que las obras y actividades propuestas no tienen por objeto comercializar y extraer especies.
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).	El presente criterio resulta competencia de las Autoridades Ambientales, y corresponde a éstas la vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, así como para la inclusión o exclusión de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo aquellas especies que sean identificadas dentro de la zona terrestre o marina en que se llevará a cabo el proyecto, así como aquellas que se encuentran bajo alguna categoría de protección legal, serán rescatas y reubicadas bajo los Programas de Manejo de Flora y Fauna propuestos en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	La presente acción general no guarda relación con el proyecto, en tanto que las obras y actividades propuestas no tienen por objeto comercializar y extraer flora, por lo que la creación de bancos de germoplasma no es objeto de las acciones que pretende desarrollar la promovente. Particularmente para la ejecución del proyecto se implementará el Programa de Manejo de Flora.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente	La acción general en cita no guarda relación con el proyecto en comento, ya que las obras y actividades propuestas no tienen por objeto experimentar, comercializar y liberar organismos genéticamente modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El presente proyecto se ha planificado respecto de la instalación de un muelle. Cabe señalar que el proyecto hará uso de una parte marina y una zona terrestre, esta última en condiciones urbanas. En este contexto no solo no existirá fragmentación al tratarse de ecosistemas diferenciados, sino que se trata de un entorno urbano y actualmente modificado por las actividades antropogénicas.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Con el desarrollo del proyecto no se afectará la conectividad ambiental en gradientes altitudinales, dado que la ubicación del mismo, en su parte terrestre es plana, sin perderse de vista que también ocupará parte de la zona marina, cuyo ecosistema costero no será interrumpido.
<b>4. Control de especies exóticas.</b>		
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto privilegiará la reintroducción de las especies rescatadas en sitio, y en los casos de resultar necesaria la introducción de más individuos para la revegetación, estos serán especies nativas adquiridos en viveros autorizados o resguardados propagados en el vivero temporal del proyecto, descartando en cualquier forma la introducción de especies exóticas o invasoras.
<b>5. Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades.</b>		
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	A efecto de dar cumplimiento a las presentes acciones, el proyecto pretende la construcción y operación de un muelle de cruceros para la zona, lo que favorecerá el transporte público marítimo de la zona, con la creación de infraestructura mejorando el servicio de transporte marítimo.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	
<b>6. Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial.</b>		
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.	Corresponde a la autoridad local lo citado en la presente acción, en coordinación con la autoridad estatal. Sin embargo, el proyecto da cumplimiento con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, así como por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel, mismos que más adelante se detallan.
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.	El proyecto no incide en ninguna ANP ni en su área de influencia, por lo que no se guarda relación con el criterio en cita.
<b>7. Impulso a las actividades productivas.</b>		
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Corresponde a la autoridad estatal y local la reubicación de zonas industriales, no obstante que el presente proyecto corresponde al sector turístico y no guarda relación con el impulso de actividades productivas de esta naturaleza.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La construcción y desarrollo del proyecto, da cumplimiento con el criterio en cita, ya que se diversifican las actividades productivas en la zona, para beneficio económico de las comunidades cercanas al mismo.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
<b>G064</b>	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.	El proyecto no tiene por objeto el impulso de las actividades productivas, sin embargo, formará parte del impulso al turismo, adicionalmente con su construcción no se afectará el flujo hidrológico.
<b>8. Impulso de la corresponsabilidad ambiental industrial.</b>		
<b>G040</b>	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El presente criterio resulta competencia de la Autoridad Ambiental.
<b>G042</b>	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	El proyecto no corresponde al sector industrial, sin embargo en todo momento se dará cumplimiento a la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera, aunque en el caso del proyecto serán mínimas. Asimismo, en caso de presentarse un evento de contaminación de suelo, se dará cumplimiento a lo establecido en la acción en comento en marco de lo ordenado por la LGPGIR, su reglamento y las normas oficiales aplicables.
<b>9. Manejo Integral de Residuos Peligrosos.</b>		
<b>G053</b>	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto contempla la conexión a pie de lote de servicios, mismos que ya se encuentran instalados en las vialidades que siguen el perímetro del proyecto, entre los que se encuentra la red de drenaje municipal; asimismo el agua residual también podrá ser canalizada a la red de drenaje municipal.
<b>G058</b>	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Dentro de las buenas prácticas que se adoptarán para el desarrollo del proyecto (ver capítulo VI) se encuentra el adecuado manejo de residuos, entre los que se incluye el manejo de residuos peligrosos de conformidad a las disposiciones jurídicas de la materia, asimismo se observarán los lineamientos de la CICOPLAFEST que en su caso resulten aplicables.
<b>10. Manejo Integral de Descargas de agua.</b>		
<b>G051</b>	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	La forma en que coadyuvará el proyecto con respecto al manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, es mediante la implementación buenas prácticas para el manejo adecuado de residuos sólidos que incluye de manera enunciativa mas no limitativa la recolección, clasificación y almacenamiento temporal de residuos desde el sitio de generación, la valorización de residuos que minimice el volumen de residuos que se dispondrán en rellenos sanitarios y la recolección externa y disposición final por una empresa externa acreditada. Para la aplicación de estas buenas prácticas se contempla la capacitación de los trabajadores involucrados en todas las etapas del proyecto, de tal

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		manera que se de cabal cumplimiento a lo establecido en la acción general en cita.
<b>G054</b>	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Como ya se ha mencionado, el proyecto no corresponde a una industria, por lo que la presente acción no guarda relación con el proyecto. No obstante lo anterior, el proyecto contempla la conexión a pie de lote de servicios, mismos que ya se encuentran instalados en las vialidades que siguen el perímetro del proyecto, entre los que se encuentra la red de drenaje municipal.
<b>11. Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos.</b>		
<b>G052</b>	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Realizar o implementar campañas respecto del manejo de residuos de los aquí citados, no corresponde a los particulares, sin embargo la forma en que coadyuvará el proyecto con respecto al manejo adecuado de residuos sólidos, es mediante la implementación de las <i>Buenas Prácticas</i> propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
<b>G056</b>	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.	El proyecto propuesto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
<b>G058</b>	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFFEST que resulten aplicables.	Tal como se señaló anteriormente, dentro de las buenas prácticas que se adoptarán para el desarrollo del proyecto (ver capítulo VI) se encuentra el adecuado manejo de residuos, entre los que se incluye el manejo de residuos peligrosos de conformidad a las disposiciones jurídicas de la materia, asimismo se observarán los lineamientos de la CICOPLAFFEST que en su caso resulten aplicables.
<b>12. Manejo integral del agua.</b>		
<b>G001</b>	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto no tiene por objeto promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo del uso eficiente del agua. No obstante ello para la etapa constructiva del proyecto el agua a utilizar será proporcionada por pipas autorizadas para su distribución y en la etapa operativa se contará con conexión a la red municipal.
<b>G002</b>	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No es de observancia la acción en cita para el proyecto. Corresponde a las autoridades el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.
<b>13. Prevención de la contaminación.</b>		
<b>G061</b>	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El muelle y las obras que se someten a evaluación de impacto ambiental ante la autoridad, utilizará materiales inherentes y de la región a efecto de minimizar la contaminación del ambiente marino, además de que se colocarán mayas geotextiles para evitar la dispersión de

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		sedimentos por efecto de la construcción del proyecto, por lo que el proyecto da cumplimiento a la acción de mérito.
<b>14. Prevención o mitigación de los efectos de ocupación de espacios amenazados por las precipitaciones.</b>		
<b>G015</b>	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No es de observancia el criterio en cita al proyecto, ya que no se prevén asentamientos industriales o humanos, y el proyecto no incide en cauces naturales de los ríos.
<b>15. Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.</b>		
<b>G017</b>	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no guarda relación con la acción en cita puesto que no pretende el desarrollo de actividades agrícolas y no se ubica en un predio con pendientes mayores a 50%.
<b>G023</b>	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En principio corresponde a la autoridad local lo citado en la presente acción, sin embargo, la promotora contará con un programa de control de plagas y/o especies nocivas al interior de las instalaciones. Lo cual permitirá garantizar que tanto la flora y fauna del sitio, no tendrá riesgo alguno ya que se privilegia la estancia de especies nativas y se evita la introducción de especies exóticas o invasoras, ajustándose así el proyecto al cumplimiento de la presente acción.
<b>G048</b>	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No es de observancia la acción en cita al proyecto. Corresponde a la autoridad instrumentar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales, no obstante que el proyecto ante la ocurrencia de algún fenómeno meteorológico atenderá a las indicaciones que en su momento la autoridad transmita.
<b>G049</b>	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No es de observancia la acción al proyecto. Corresponde a la autoridad la consolidación de comités de protección civil.
<b>G050</b>	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Dada la naturaleza del proyecto, éste no guarda relación con la construcción de casas o asentamientos humanos, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
<b>16. Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y selvas del ASO.</b>		
<b>G024</b>	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.	Para la realización del presente proyecto, se contempla el cambio de uso de suelo, para lo cual propone la revegetación con especies nativas y la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo (ver capítulo VI), con la finalidad de mitigar el impacto que se genere por la remoción de vegetación. Asimismo, una vez que se obtenga la autorización en materia de cambio de uso de suelo forestal, realizará el depósito correspondiente por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación,

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
		restauración y su mantenimiento al Fondo Forestal Mexicano.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	La presente acción no guarda relación con el proyecto ya que éste no se desarrollará sobre algún río, sino en zona marina y terrestre.
<b>17. Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.</b>		
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.	En la zona propuesta para el desarrollo del proyecto no se ubican ríos o escorrentías, por lo que no se tiene relación con la acción en cita.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Como se ha indicado con anterioridad, el sitio del proyecto no tiene presencia de ríos que puedan verse afectados, por lo que no se guarda relación con la acción en cita.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Corresponde a la autoridad estatal y/o local la formulación de instrumentos de planeación como son los ordenamientos ecológicos, por lo que el proyecto no guarda relación con la acción en cita.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El presente proyecto se ajustará a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que en su momento solicitará la autorización de cambio de uso forestal, no obstante que en la presente solicitud de autorización de impacto ambiental se somete a consideración de la autoridad el cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental.
<b>18. Promoción de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.</b>		
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios	Corresponde a la autoridad local, la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano, no obstante que el presente proyecto se ha vinculado con los Programas de Desarrollo Urbano que le son aplicables.
<b>19. Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.</b>		
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Para la ejecución del proyecto, la promotora implementará una serie de medidas y acciones ambientales contenidas en los programas ambientales, buenas prácticas y programas voluntarios incluidos en el capítulo VI del presente curso. Por lo que, el proyecto propuesto se ajusta a la acción en cita.
<b>20. Protección de los ecosistemas costeros.</b>		
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, asimismo, lo	Corresponde a la autoridad ambiental lo citado en la presente acción, motivo por el cual, no se considera vinculante al proyecto.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
	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.	
<b>G060</b>	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto se ajusta al cumplimiento de la presente acción, ello en virtud de que no se afectará la vegetación acuática por las obras y actividades propuestas para el mismo.
<b>G065</b>	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.	El proyecto no incide en alguna Área Natural Protegida ya sea de carácter Federal, Estatal o Municipal, por lo que la opinión requerida por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, no resulta aplicable.
<b>21. Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías.</b>		
<b>G044</b>	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras	Es relevante citar que el proyecto propuesto no guarda relación alguna con el aprovechamiento de fauna marina o actividades pesqueras, por lo que la presente acción no resulta aplicable al mismo.
<b>G063</b>	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos	El proyecto no incluye el desarrollo de actividades pesqueras o acuícolas, por lo que la acción en cita no guarda relación alguna con el mismo. Adicionalmente, es importante precisar que los ordenamientos pesqueros, son facultad exclusiva de las autoridades de gobierno en el ámbito de sus competencias.
<b>22. Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.</b>		
<b>G016</b>	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no se encuentra en zona de montaña, sino en un ecosistema costero, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
<b>24. Regulación de las actividades agropecuarias.</b>		
<b>G010</b>	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El sitio seleccionado para el emplazamiento del proyecto, no guarda relación alguna con la existencia de áreas agropecuarias. Asimismo, el proyecto no se inscribe en el sector agrícola y pecuario, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
<b>G021</b>	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El objetivo del proyecto es la prestación de un servicio turístico, y no así la realización de actividades extractivas o productivas como cultivos genéticamente modificados o piscicultura, por lo que las acciones en cita no guardan relación con el proyecto que nos ocupa.
<b>G022</b>	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
<b>G062</b>	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Las actividades agropecuarias no son parte de los objetivos del proyecto, por lo que la acción en cita no guarda relación con el mismo.

No.	Acción general	Vinculación del proyecto
<b>25. Aprovechamiento sustentable de la energía.</b>		
<b>G030</b>	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La acción en cita no guardan relación con el proyecto puesto que este no se refiere a la utilización de tecnologías para la producción de energía.
<b>G034</b>	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 proyecto buscará incluir en su diseño tecnología para reducir el consumo y las pérdidas energéticas durante la operación, como son iluminación natural, iluminación de bajo consumo, tecnología led, entre otras, con lo que dará cumplimiento a la acción en cita.
<b>G035</b>	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto pretendido no se cataloga como una instalación doméstica, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
<b>G036</b>	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	La presente acción no guarda relación con el proyecto, ya que el objetivo del mismo es la prestación de un servicio turístico, el cual no incluye llevar a cabo actividades industriales.

### III.5.2.3 Acciones específicas

De acuerdo con el cuadro de la Ficha técnica de las UGA's 178 y 141, se realizará la vinculación del proyecto con las Acciones Específicas aplicables al proyecto.

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con las acciones específicas del POEMyRGMMyMC.

Clave	Acción específica	Vinculación
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Tal y como se ha precisado, el proyecto busca ampliar los servicios turísticos de la región, por lo que su actividad se encuentra inmersa en el sector turístico, en el cual no se emplea ningún tipo de agroquímico o pesticida ya que en ninguna forma se desarrollan actividades relacionadas con el sector campo o agricultura.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Como se precisó, la promovente busca ampliar los servicios turísticos por lo que su actividad se encuentra inmersa en el sector turístico, en el cual no se emplea ningún tipo de agroquímico o pesticida ya que en ninguna forma se desarrollan actividades relacionadas con el sector campo o agricultura.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	Tal como se señaló anteriormente, el proyecto no guarda relación con actividades agropecuarias y/o forestales, por lo que no guarda relación con la acción en cita.

Clave	Acción específica	Vinculación
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto observará lo dispuesto en el presente criterio, con la finalidad de evitar pérdida o un mal uso del recurso hídrico.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	En observancia de la naturaleza del proyecto, éste se localizará en zona terrestre y marina, donde habrá una continua permeabilidad del agua pluvial, no obstante que la instalación del muelle no tendría las condiciones para la captación del agua lluvia.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El presente proyecto no prevé la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación, por lo que la promoción a la constitución de las mismas requiere de la intervención de la CONANP, resultando inaplicable el criterio al presente proyecto, atendiendo a las características que guarda el mismo.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El presente proyecto se ajusta a los criterios de referencia al no prever obras actividades que pudieran afectar zonas de anidación de tortugas, ya que el sustrato de la zona en donde se efectuará el proyecto es rocoso y por tanto no es un sitio apto para la anidación de tortugas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Por otra parte, en ninguno de los transectos se encontraron avistamientos de tortugas, ej. Chelonia mydas (tortuga blanca o verde), Caretta caretta (tortuga caguama) o Eretmochelys imbricata (tortuga carey) que son las que se encuentran registradas para la zona de estudio, asimismo de mamíferos marinos.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Para la realización del presente proyecto se contempla la remoción de cobertura vegetal, sin embargo se ha propuesto como medida de mitigación, la implementación de un Programa de Manejo de Flora en el que se contemplan actividades de revegetación, aun cuando no guarda el proyecto relación con una actividad 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 presente acción no guarda relación con el proyecto, ya que el mismo no afectará zonas de duna costera, pues el sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso.
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.	Al respecto es importante señalar el contenido de los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo, los cuales establecen lo siguiente:  <i>“Artículo 76.- De conformidad con lo que establecen los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas</i>

Clave	Acción específica	Vinculación
		<p><i>residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar.</i></p> <p><i>La responsabilidad civil por daños derivados de la contaminación marina procedente de embarcaciones, artefactos navales e industrias costeras se regirá por los tratados internacionales, por el capítulo respectivo de esta Ley, así como por la legislación aplicable en cada especie de contaminación marina.</i></p> <p><i>A las sanciones administrativas derivadas de las infracciones a lo señalado en este capítulo, se sumará la obligación de reparación del daño, consistente en la limpieza y restauración efectiva de las áreas contaminadas. Esta disposición no prejuzga sobre la responsabilidad penal en que incurran los sujetos contaminantes, ni los servidores públicos que por cualquier modo autoricen o consientan el acto o la omisión resultante en la contaminación.”</i></p> <p><i>“Artículo 77.- La distribución de competencias de las dependencias de la Administración Pública Federal en materia de prevención y control de la contaminación marina, se basará en las siguientes normas, para lo cual dichas dependencias estarán obligadas a celebrar los convenios de coordinación necesarios que garanticen la efectiva prevención y control bajo la responsabilidad de sus titulares, quienes deberán además dar seguimiento estricto de su aplicación:</i></p> <p><i>A. La Secretaría, certificará e inspeccionará en el ámbito portuario que las embarcaciones cumplan con lo establecido en el presente capítulo y, reportará inmediatamente a las demás dependencias competentes cualquier contingencia en materia de contaminación marina. Deberá asimismo sancionar a los infractores en el ámbito de su competencia.</i></p> <p><i>B. La Secretaría de Marina, en las zonas marinas mexicanas establecidas en la Ley Federal del Mar, vigilará el cumplimiento de lo establecido en el presente capítulo. De igual manera, verificará las posibles afectaciones por contaminación en dichas zonas y sancionará a los infractores responsables cuando sean identificados de conformidad con el reglamento respectivo. Además aplicará de acuerdo con sus ordenamientos el Plan Nacional de</i></p>

Clave	Acción específica	Vinculación
		<p><i>Contingencias para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas en el mar, en coordinación con otras dependencias del gobierno federal involucradas.</i></p> <p><i>C. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, coordinará los programas de prevención y control de la contaminación marina, así como el Plan Nacional de Contingencias en el ámbito marítimo.</i></p> <p><i>Deberá asimismo sancionar a los infractores en el ámbito de su competencia.”</i></p> <p>Al respecto es importante mencionar que el proyecto que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental, no tiene por objeto la realización de actividades marítimas, sino únicamente otorgará servicio a las embarcaciones con la construcción de un muelle, por lo que en todo caso aquellas embarcaciones que circulan y pudieran llegar al mismo, deberán ajustarse a la normatividad aplicable, con la finalidad de mantener en óptimas condiciones sus transportes marítimos y evitar la derrama de hidrocarburos, además de que deberán observar la normatividad que en la materia cuentan la Secretaría de Marina y en su caso la SEMARNAT.</p>
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	<p>La implementación de campañas de restauración y reforestación de manglar, corresponde a una atribución conferida a las Autoridades Federales, Estatales y Municipales, en las que los gobernados no tienen competencia.</p> <p>La ubicación de las obras que conforman el proyecto, se encuentran fuera de zonas de manglar. De acuerdo con CONABIO (2016) en el polígono del proyecto se registró un uso de suelo (desarrollo antrópico), un tipo de vegetación (Otra vegetación, que de acuerdo con INEGI esta corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia) y como información complementaria, se cuenta con cuerpos de agua y superficie sin vegetación, la cual corresponde a playa y rocas, tal y como se mencionó en el Capítulo IV de la presente MIA-R.</p> <p>En las inmediaciones del polígono del proyecto únicamente se encontraron ejemplares aislados de manglar, mismos que no serán afectados por el desarrollo del proyecto. Aún así, la promotora considera esencial involucrarse en proyectos ambientales que beneficien a la región por lo que ha considerado la implementación de un Programa Voluntario de Conservación de Manglar.</p>

Clave	Acción específica	Vinculación
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	La presente acción no guarda relación con el proyecto, ya que el mismo no afectará zonas de duna costera, pues el sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	La zona propuesta para el desarrollo del proyecto, se trata de una zona alterada y urbanizada. Aunado a lo anterior, el sitio seleccionado no incide en Áreas Naturales Protegidas o corredores biológicos que requieran conectividad, por lo que no guarda relación con la acción en cita.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Para la realización del proyecto se contempla la remoción de vegetación, no obstante se propone como parte de las medidas de mitigación y compensación, acciones de rescate y reubicación de los ejemplares con motivo de cambio de uso de suelo que en su momento lleve a cabo, así como la revegetación con especies nativas de una superficie externa al área del proyecto que se determine en colaboración con las ANP'S de la región, ONG's o gobierno municipal.  Por otra parte en el momento en que se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se hará el depósito correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación. De tal manera que se da cumplimiento a la acción en cita.
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).	Para la realización del proyecto se ha propuesto en el Capítulo VI de la presente MIA-R, Programas de Manejo de Flora y Fauna, cuya finalidad es rescatar y reubicar aquellas especies que pudieran verse afectadas con la realización del proyecto, principalmente aquellas que se encuentran bajo alguna categoría de las consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dando cumplimiento a la acción en cita.
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.	Para las diferentes etapas del proyecto se llevarán a cabo medidas de prevención de la contaminación del suelo, particularmente respecto al manejo de residuos. Asimismo, el sitio seleccionado para el proyecto, no se trata de un sitio contaminado, el cual debe sujetarse a un procedimiento de remediación. No obstante lo anterior, en caso de contaminación, se formulará el programa de remediación conforme a lo establecido en la acción en cita.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto no guarda relación con el manejo de la caña, por lo que no podrá generar contaminación por emisiones de esta índole.

Clave	Acción específica	Vinculación
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.	El proyecto en todo momento dará cabal cumplimiento a la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera, así como de descargas; en adición implementará una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> mediante las que garantizará el debido cuidado, manejo y disposición en emisiones y descargas, manteniendo las mismas dentro de los parámetros de norma. Asimismo, la promovente ejecutará una serie de acciones, particularmente en la preparación del sitio y construcción, con el fin de evitar la erosión y pérdida del suelo. Estas medidas se encuentran estructuradas en el Plan de Manejo Ambiental (ver capítulo VI). Por lo que el conjunto de todas las acciones antes referidas, cubren el alcance de los fines buscados en la presente acción.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Corresponde a la autoridad crear los Programas referidos en el presente criterio. Aunado a lo anterior, el sitio seleccionado para el proyecto, no corresponde a zonas de yacimientos o explotación de hidrocarburos, ni de sitios contaminados por derrame de hidrocarburos.
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.	El proyecto contempla medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo por algún inadecuado manejo de residuos, para ello se implementarán una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> (ver capítulo VI), y en el caso de una emergencia o contingencia de algún derrame se tomarán las acciones inmediatas para la remediación <i>in situ</i> de conformidad con la legislación y normatividad aplicable.
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.	El proyecto se encuentra inmerso en el sector turístico, en este sentido, solo durante las etapas de preparación y construcción, se generarán emisiones a la atmósfera por el uso de equipos y maquinaria de manera temporal.  En este contexto, los equipos que se utilizarán durante la preparación y construcción, se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento y se dará seguimiento con bitácoras de mantenimiento que acrediten que los mismos cumplen con los límites permisibles de norma. Con el conjunto de acciones descritas, la promovente se ajusta y da cumplimiento a la acción en cita.
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.	Tal como se indicó anteriormente, el proyecto se inscribe en el sector turístico, por lo que no guarda relación con la acción en cita, dirigida en particular al sector industrial.

Clave	Acción específica	Vinculación
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.	El proyecto no corresponde al sector industrial. El proyecto se relaciona con el sector turístico, no obstante se observará lo dispuesto en la Ley General de Cambio Climático y su reglamento, así como las normas oficiales mexicanas en materia de emisiones.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso, por lo que no habrá desarrollo de obras en playa, motivo por el cual no se guarda relación con la acción en cita.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto no se realizará sobre zona de dunas, ya que no existen estas dentro de la zona de construcción del proyecto, además de que el sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso.
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.	<p>El proyecto se ajusta a la acción en cita, ya que el perfil de la costa no se verá afectado por el desarrollo del mismo. El sitio donde se ubica el proyecto se caracteriza por ser una costa rocosa. Esta característica hace poco probable que el proyecto impacte negativamente en el perfil de la costa. La erosión de este tipo de costa se debe fundamentalmente a la acción diferencial del oleaje, y está en función de las distintas resistencias de las rocas con relación con su composición química y compactación. La fisiografía producida por la erosión diferencial en costas rocosas se expresa en forma de arcos, muescas de abrasión que se forman en zonas de debilidad de las rocas. En rocas calcáreas, como las que hay en el sitio de estudio se forman muescas por disolución, así mismo, las acciones biogénicas también contribuyen a la disolución de las rocas (Castro, et al., 2005).</p> <p>De manera complementaria es necesario precisar que durante la operación el proyecto se mantendrán los procesos de transporte litoral puesto que la estructura del muelle es elevada y la afectación de los pilotes es puntual, por lo que una vez construido el muelle permitirá el flujo y transporte de manera natural sin incidir en las corrientes alineadas a la costa. En lo que respecta a la etapa de preparación del sitio y construcción, se implementarán medidas para evitar la afectación a la calidad del agua, particularmente por la suspensión de sedimentos, así como a las comunidades marinas.</p>

Clave	Acción específica	Vinculación
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.	Como se ha mencionado con anterioridad el proyecto no afectará el perfil de la costa, dando cumplimiento a la acción en cita.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	Considerando la ubicación del proyecto, éste se localizará en la zona marina y no en un sistema lagunar costero, por lo que la presente acción no guarda relación con el mismo.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Se reitera que el presente proyecto no afectará zonas de duna costera, además de que el sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso y carece de arena. Por lo que el proyecto no guarda relación con la acción en cita.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No son de observancia las acciones transcritas al proyecto. Lo anterior se sostiene derivado de que el proyecto corresponde al sector turístico y no energético pues el fomento o promoción del uso de tecnologías de las energías renovables, en todo caso corresponden y requieren de la intervención de las autoridades competentes.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	
A037	Promover la generación energética por medio 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.	El proyecto no guarda relación con la acción en cita toda vez que no se pretende la realización de actividades agrícolas.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no guarda relación con la acción en cita toda vez que no se pretende la realización de actividades agrícolas.
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.	El proyecto no incluye en ninguna forma las actividades de pesca extractiva, ni deportiva, sino la prestación de servicios turísticos. En este sentido, el proyecto no guarda relación con la acción puesto que no se pretende llevar a cabo actividades relacionadas con las pesquerías o sociedades cooperativas inmersas en el sector pesquero, ya que el objetivo del proyecto es la prestación de servicios turísticos.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	Tal como se señaló, el desarrollo del proyecto no pretende actividades pesqueras, ni de producción acuícola, por lo que no se guarda relación con la acción en cita.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El desarrollo del proyecto no pretende actividades extractivas de especies marinas ni de captura comercial, por lo que no se guarda relación con la acción en cita.

Clave	Acción específica	Vinculación
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías	El proyecto guarda relación con el sector turístico y no con la producción pesquera, por lo que no se guarda relación con la acción en cita.
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	La acción no guarda relación con el proyecto, ya que éste no impulsará el uso de fauna de acompañamiento.
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.	El presente proyecto no guarda relación con el uso de embarcaciones, si bien es cierto la instalación del muelle pretendido otorgará un servicio a éstas, también es cierto que las mismas deberán ajustarse a las disposiciones jurídicas aplicables respecto al vertido y disposición de sus residuos. Por otra parte, para la realización del presente proyecto se contempla la implementación de <i>Buenas prácticas ambientales</i> con la finalidad de prevenir cualquier tipo de afectación al medio marino por residuos (ver capítulo VI).
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	La acción no guarda relación con el proyecto al no tener relación con la pesca.
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.	No es de observancia la acción en cita puesto que no se contemplan actividades pesqueras o la explotación de dicha actividad.
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.	Corresponde a la autoridad local, promover el desarrollo urbano mediante Programas de Desarrollo Urbano. Se destaca que en el presente Capítulo se ha vinculado el proyecto con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, así como por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel, mismos que más adelante se detallan.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto no incluye la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre localidades. La acción en comento es de observancia para las autoridades locales y estatales.
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.	El proyecto guarda relación estricta con el sector turístico, por lo que no se tiene previsto en forma alguna la práctica de actividades de cultivo y la implementación de vegetación que favorezca la captura de carbono.  Para el desarrollo del proyecto, se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora con las cuales se privilegiará la permanencia de especies

Clave	Acción específica	Vinculación
		nativas jóvenes y en buenas condiciones, que favorezcan la fijación de carbono.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No es de observancia la acción en cita. El proyecto no corresponde a actividades de tipo 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.	El proyecto corresponde al sector turístico y no al sector agrícola al que va dirigida la presente acción. Sin embargo de acuerdo a la naturaleza de las obras se implementaran estrategias ambientales para minimizar impactos ambientales que son convergentes con la acción en cita.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Corresponde a las Autoridades Federales, Estatales y Municipales, la coordinación de las actividades definidas en la presente acción (sector agropecuario). Aunado a lo anterior, el proyecto guarda relación estrecha con el sector turístico, más no así con el sector agropecuario, de tal suerte que la presente acción no se relaciona con el mismo.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
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.	Corresponde a la autoridad local la supervisión del no establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo; cabe aclarar que el presente proyecto se ubicará en una zona marina y otra terrestre, sin que se afecten zonas de restauración ecológica, humedales, dunas costeras o manglares.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Corresponde a la autoridad la ejecución de la presente acción, motivo por el cual, no es de observancia el criterio al proyecto que nos ocupa.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No es de observancia la acción en cita puesto que el proyecto no tiene por objeto la dotación de servicios básicos. Sin embargo ofrecerá un servicio turístico, mismo que se desarrollará de manera sustentable, proponiendo diversas medidas para prevenir o minimizar los impactos ambientales que en su caso se puedan generar.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Corresponde a la autoridad local, la supervisión en el establecimiento de sistemas de alerta. En particular el responsable del proyecto, consciente ante la posible presencia de eventos hidrometeorológicos tomará las medidas necesarias para evitar riesgos accidentales con el turista y el personal operativo que en su momento se ubique en el área del proyecto.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	La acción en comento corresponde a una atribución a cargo de las Autoridades. Por lo tanto su objetivo no guarda relación con el proyecto en tanto que el mismo se relaciona con el sector turismo.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el	El proyecto contempla implementar una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> (ver capítulo VI) entre

Clave	Acción específica	Vinculación
	manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	las que se encuentra el manejo adecuado de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, así como la contratación de una empresa especializada y acreditada para el manejo adecuado y disposición final de dichos residuos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Estás acciones no son de observancia al proyecto, ya que no se prevé la instalación de plantas de tratamiento, pues como se ha mencionado con anterioridad, se hará uso de la red de drenaje y alcantarillado municipal.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
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.	Corresponde a la autoridad incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	La presente acción no es de observancia para los particulares, sin embargo, se podrá coadyuvar a la observancia de la misma.
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.	Durante la realización del proyecto se implementará una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluye el manejo de cada uno de los residuos citados en el presente criterio, por lo que el proyecto se ajusta al cumplimiento de la presente acción.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	En el manejo de residuos se contempla implementar una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se prevé el tratamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos, para éste último caso será contratada una empresa especializada y debidamente acreditada para tal fin; ajustándose el proyecto a la acción en cita.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Como se ha venido indicando, para el desarrollo del proyecto se contemplan las medidas necesarias para una disposición adecuada de los residuos. Asimismo, el promovente contará con personal encargado para que día con día dé mantenimiento y limpieza a la zona costera a efecto de recolectar desperdicios y residuos en la zona del proyecto.
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.	Corresponde a la autoridad ambiental establecer acciones coordinadas con el sector turístico para la conservación de ecosistemas. Sin embargo, el responsable del proyecto, consciente del compromiso ambiental, y en apego a los ordenamientos e

Clave	Acción específica	Vinculación
	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.	instrumentos legales, se ha diseñado una serie de medidas o estrategias ambientales a fin de reducir al mínimo la afectación que con el desarrollo del proyecto se pudiera ocasionar, como son los Programas de Manejo de Flora y Fauna, las buenas prácticas ambientales y los programas voluntarios. Lo que hace que el proyecto sea congruente con la acción en cita.
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.	Corresponde a la autoridad establecer los criterios de sustentabilidad mediante certificaciones ambientales nacionales o internacionales para desarrollo 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.	El proyecto da cumplimiento al presente criterio, en virtud de que coadyuvará en el desarrollo de infraestructura turística, para lo cual pretende la instalación de un muelle y servicios para la atención de embarcaciones, obras y actividades que se han sustentado en estudios, así como también se han propuesto diversos programas con la finalidad de garantizar la no afectación a los recursos naturales y en su caso mitigar los impactos ambientales que se pudieran generar por la construcción del proyecto.
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.	El proyecto no tiene por objeto el impulso de actividades productivas, sin embargo coadyuvará en el desarrollo de infraestructura turística, para lo cual pretende la instalación de un muelle para la atención de embarcaciones, obras y actividades que se han sustentado en estudios, así como también se han propuesto diversos programas con la finalidad de garantizar la no afectación a los recursos naturales y en su caso mitigar los impactos ambientales que se pudieran generar por la construcción del proyecto.

### III.5.2.4 Criterios de la “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”

Para fines del presente ordenamiento la Zona Costera Inmediata se define como “la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina”. Para esta zona se establecen un conjunto extra de acciones que complementan las acciones definidas por UGA. Considerando que este espacio de aguas alineadas a la costa reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el ASO se establecen cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso, para las cuales, además de las acciones ya referidas por UGA en los

apartados anteriores se deberán aplicar respectivamente conjuntos de acciones particulares para cada región. Dada la ubicación del proyecto, resultan aplicables los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe, mismos que se vinculan a continuación.

Tabla III.21. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica “Zona Costera Inmediata del Mar Caribe”.

No.	Criterios	Vinculación
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.	El proyecto no se ubicará en una zona en la que pudieran verse afectadas comunidades arrecifales, motivo por el cual no se contraviene el presente criterio. En el área del proyecto únicamente fueron registrados individuos aislados de coral que no constituyen un arrecife (Ver Capítulo IV); por lo que NO existe probabilidad de que los individuos aislados de coral sean afectados por el hincado de pilotes, dando cumplimiento al criterio en cita.  Por otro lado, como parte de los Programas Voluntarios que propone la promovente a favor de los componentes bióticos de la región donde se desarrollará el proyecto, se prevé la implementación del Programa Voluntario de Conservación de Arrecifes Coralinos en conjunto con la Dirección de Áreas Naturales Protegidas y/o las instancias gubernamentales y no gubernamentales de la isla de Cozumel. Mediante estas acciones se contribuirá a la protección y preservación de las comunidades arrecifales de la región.
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 no incidirá en áreas de pastos marinos, por lo que se da cumplimiento al criterio en cita.
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.	Se dará cumplimiento al criterio, ya que para le ejecución del proyecto no se llevará a cabo la captura de mamíferos marinos, aves o réptiles. Por el contrario, se ejecutara un Programa de Manejo de Fauna, para su ahuyentamiento, rescate y reubicación para salvaguardar a los individuos que se distribuyan dentro del área del proyecto.
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	En la zona marina donde se localizará el proyecto, no se identificaron comunidades arrecifales únicamente individuos aislados de coral que no conforman un arrecife. Para la protección y preservación de dichos

No.	Criterios	Vinculación
	puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	individuos se prevé la implementación de una serie de medidas integradas en el capítulo VI de la presente MIA-R. Asimismo, tal como ya se señaló, se prevé la implementación del Programa Voluntario de Conservación de Arrecifes Coralinos con el cual se contribuirá a la protección y preservación de las comunidades arrecifales de la región.
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 dará cumplimiento con el criterio en mención ya que en todo momento dará cabal cumplimiento a la Ley General de Vida Silvestre y a la normatividad que resulta aplicable, tal como se evidencia en el presente capítulo.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no incluye estructuras promotoras de playa, por lo que el criterio en comento no guarda relación el mismo.
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.	El proyecto que nos ocupa no incluye ningún tipo de obra o vertimiento en la que se empleen hidrocarburos en la zona marina. Adicionalmente, durante el desarrollo del proyecto, se implementará una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluye el manejo de residuos peligrosos (ver capítulo VI). Con lo que se da cumplimiento a lo establecido en el criterio.
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.	El proyecto se ajusta al criterio citado, pues como ya se ha mencionado, no se prevén obras o actividades que pudieran afectar zonas de anidación de tortugas, ya que el sustrato de la zona en donde se efectuará el proyecto es rocoso, donde no hay anidación de tortugas.  Por otra parte, en ninguno de los transectos se encontraron avistamientos de tortugas, ej. <i>Chelonia mydas</i> (tortuga blanca o verde), <i>Caretta caretta</i> (tortuga caguama) o <i>Eretmochelys imbricata</i> (tortuga Carey) que son las que se encuentran registradas para la zona de estudio, asimismo de mamíferos marinos.
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.	En la zona marina donde se localizará el proyecto, no se identificaron comunidades arrecifales únicamente individuos aislados, por lo que el proyecto se ajusta al presente criterio. Asimismo, se coadyuvará con un Programa Voluntario de Conservación de Arrecifes Coralinos.

No.	Criterios	Vinculación
<b>ZMC-10</b>	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.	Si bien la difusión de las normas ambientales corresponde a las atribuciones conferidas a las autoridades ambientales y marítimas, en coadyuvancia al cumplimiento del presente criterio, para la ejecución del proyecto se verificará el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al proyecto. Con lo que se coadyuvará al cumplimiento del criterio en cita.
<b>ZMC-11</b>	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.	El presente proyecto contempla realizarse en la zona marina, tanto en la superficie de desplante de los pilotes, como en la zona que quedará resguardada entre estas estructuras, para lo cual se contempla el uso de una barrera de contención de sólidos suspendidos en caso de presentarse alta suspensión de sólidos por el anclaje de estructuras, por lo que el proyecto se ajusta al presente criterio.
<b>ZMC-12</b>	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.	Durante la operación el proyecto se mantendrán los procesos de transporte litoral puesto que la estructura del muelle es elevada y la afectación de los pilotes puntual, por lo que una vez construido el muelle permitirá el flujo y transporte de manera natural sin incidir en las corrientes alineadas a la costa. En lo que respecta a la etapa de preparación del sitio y construcción, se implementarán medidas para evitar la afectación a la calidad del agua, particularmente por la suspensión de sedimentos, así como a las comunidades marinas.
<b>ZMC-13</b>	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El criterio no guarda relación con el proyecto ya que no realizará actividades de pesca comercial o deportiva.
<b>ZMC-14</b>	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	Sin duda alguna, los estudios y resultados derivados del presente criterio corresponden a una atribución conferida a las Autoridades quienes podrán apoyarse de instituciones académicas o centros de investigación, para posteriormente los resultados ser plasmados en los modelos y programas de ordenamiento ecológico o planes de manejo de ANP's o, en su caso, en alguna disposición de carácter normativo que deba ser considerada por los interesados en la zona. Adicionalmente, el proyecto se encuentra en las UGA's 141 y 178, por lo que no guarda relación con el criterio en cita.

No.	Criterios	Vinculación
	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.	

### III.5.2.5 Criterios para Islas

Finalmente, se vincula el proyecto con los criterios de regulación aplicables a Islas del IS-01 al IS-16 de acuerdo con la asignación establecida a la UGA 141.

Tabla III.22. Vinculación del proyecto con los criterios para Islas.

Clave	Criterios	Vinculación
IS -01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	Corresponde a la autoridad dar debido cumplimiento con el criterio en cita, a efecto de evaluar la cantidad de población en la misma.
IS -02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.	Corresponde a la autoridad dar debido cumplimiento con el criterio en cita para la construcción de refugios anticiclónicos.
IS -03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	El proyecto no guarda relación con el presente criterio, dado en las etapas de preparación del sitio y construcción, el agua a utilizar será proporcionada por camiones pipas autorizados para su distribución; mientras que en la etapa operativa se contará con conexión a la red municipal.
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto se ajusta al criterio en cita toda vez que con el fin de prevenir, mitigar y en su caso compensar los posibles impactos sobre los diferentes medios bióticos y abióticos que conforman el ecosistema en el que incide se implementarán una serie de medidas y acciones ambientales contenidas en los programas ambientales, buenas prácticas y programas voluntarios incluidos en el capítulo VI del presente curso. Por lo que, el proyecto propuesto se ajusta al criterio en cita.
IS -05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la	Corresponde a la autoridad dar debido cumplimiento con el criterio en cita, a efecto de proveer de reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y

Clave	Criterios	Vinculación
	supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	monitoreo para el uso de productos químicos y depósitos de combustible.
IS-06	En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto dará cumplimiento con el presente criterio, al no permitir ni arrojar ningún tipo de desecho sólido o líquido; asimismo, no pretende el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales.
IS-07	Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.	El proyecto no pretende la prestación de servicios acuáticos, sin embargo, en todo momento fomentará el cuidado y preservación de flora y fauna marina.
IS-08	Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.	El criterio en cita no guarda relación con el proyecto en virtud de que no pretende otorgar servicios de buceo autónomo o libre.
IS-09	El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.	El proyecto hará patente el presente criterio mediante la difusión entre las embarcaciones, de resultar ello posible.
IS-10	En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.	El proyecto cumple con el presente criterio, en virtud de que no se identificaron colonias reproductivas o de anidación en la zona del proyecto, por lo que no se verá afectada la viabilidad ecológica y/o restauración de dichas colonias.
IS-11	Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.	El proyecto cumplirá, en su caso, con el presente criterio, en virtud de que solicitará a la Secretaría de Marina, la autorización de vertimientos de materiales en caso de resultar necesario. No obstante que no se prevé el vertimiento de ningún tipo de desecho sólido o líquido ya que durante el desarrollo del proyecto se implementarán una serie de <i>buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluye el manejo de residuos (ver capítulo VI).

Clave	Criterios	Vinculación
IS -12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El presente proyecto no introducirá especies, en todo caso preservará aquellas especies existentes dentro del predio del proyecto que pudieran verse afectadas por la realización del mismo, para lo cual propone en la presente MIA-R, un Programa de Manejo de Flora y otro de Fauna, para el adecuado rescate y reubicación de especies.
IS -13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	Para la realización del proyecto se contempla la remoción de vegetación, no obstante se propone en la presente MIA-R, la revegetación con especies nativas en una superficie externa al área del proyecto que se determine en colaboración con las ANP'S de la región, ONG's o gobierno municipal como medida de mitigación. Por otra parte en el momento en que se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, se hará del depósito correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación.
IS -14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	No resulta aplicable el criterio en cita al proyecto, en virtud de que la Isla de Cozumel tiene una población al 2016 de 86,415 personas, por lo que rebasa con mucho lo establecido en el presente criterio (Fuente: <a href="http://cuentame.inegi.org.mx">cuentame.inegi.org.mx</a> )
IS -15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	El proyecto no se construirá dentro de ninguna ANP ni en su área de influencia, por lo que no se considera aplicable el presente criterio.
IS -16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	Corresponde a la autoridad dar debido cumplimiento con el criterio en cita, a efecto de que apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para actividad pesquera tanto deportiva como comercial o en temporada de veda, actividades que no prevé el proyecto.

### III.5.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel fue publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, el 21 de octubre de 2008 y ha sido modificado su Modelo considerando el cambio de algunos criterios para las UGA'S A8, A9, A11, A12, C4, así como la creación de algunas UGA's A15, A16 y C12, dicha modificación publicada en el periódico oficial citado con fecha del 21 de diciembre del 2011.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico de Cozumel es un mapa de regionalización ecológica que típicamente resulta de un análisis de aptitud. En este modelo se señalan las Unidades de Gestión Ambiental (asociadas a los lineamientos y estrategias ecológicas que correspondan) y muestran un patrón de ocupación territorial (o distribución de las actividades económicas y productivas) que maximiza el consenso y minimiza los conflictos ambientales (que se definen como las concurrencias de actividades incompatibles en un área determinada).

Ahora bien, el proyecto incluye actividades en zona terrestre, por lo que las actividades en dicha zona se ubicarán en la **UGA CP1**, como se muestra en la siguiente figura:

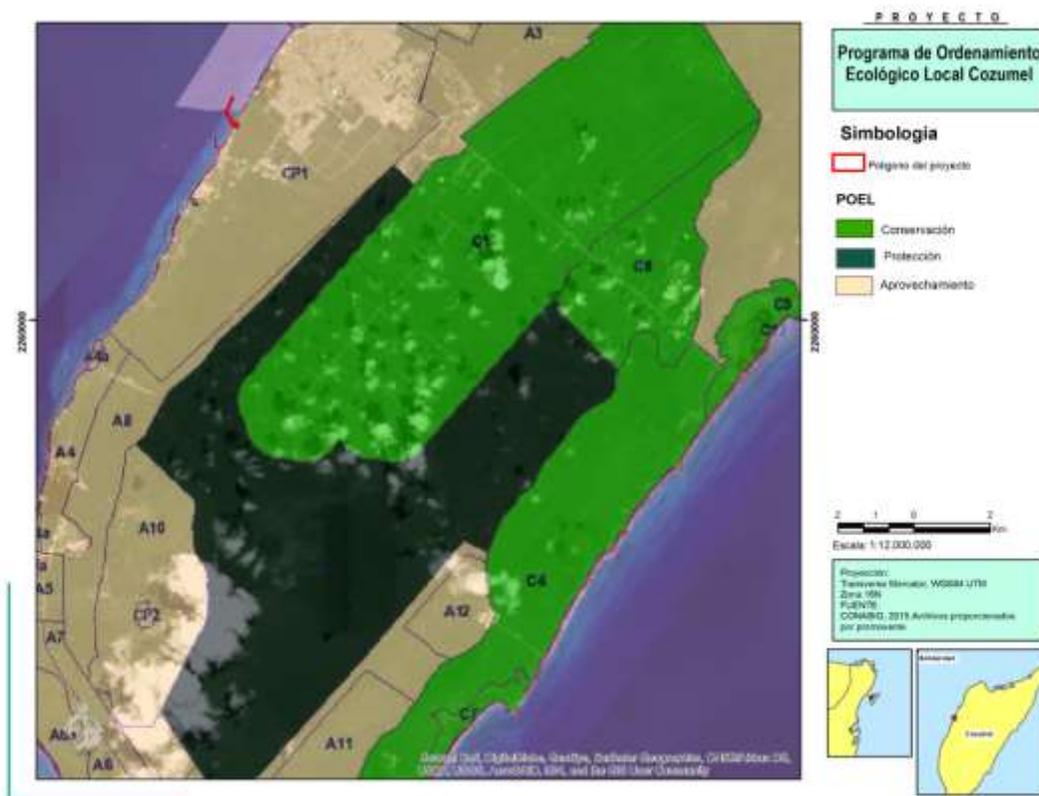


Figura III.7. Ubicación del proyecto dentro del POEL de Cozumel.

Las características que tiene la UGA en la que se localizará el proyecto en su zona terrestre son las siguientes:

Tabla III.23. Características de la UGA CP1 del POEL de Cozumel.

UGA CP1
<b>Política Ambiental:</b> Aprovechamiento
<b>Lineamiento:</b> Lograr un desarrollo urbano sostenible para evitar que el centro de población genere impactos acumulativos.
<b>Uso predominante:</b> Desarrollo urbano: Centro de Población.
<b>Usos compatibles:</b> Hotelería/ Residencial turístico; Comercial; Industrial; Mantenimiento de Espacio Natural.
<b>Usos condicionados:</b> Agropecuario, Pesca.
<b>Usos incompatibles:</b> Acuícola; Minería.

Para fines prácticos solo se mencionan las estrategias que condicionan o que podrían limitar el desarrollo del proyecto.

Tabla III.24. Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables a la UGA CP 1 del POEL de Cozumel.

Estrategias	Vinculación
<b>Asentamientos humanos</b>	
Los asentamientos humanos se regirán por el Plan de Desarrollo Urbano vigente.	El proyecto se inserta al sector de turismo y no se inscribe como asentamiento humano sino que se pretende el desarrollo de una terminal de cruceros. Por lo que las estrategias en cita no guardan relación con el proyecto, en virtud de que no se pretende la construcción de viviendas.
Se permite la construcción de nuevas viviendas residenciales siempre y cuando éstas se conecten con la red de drenaje municipal.	
<b>Abastecimiento de agua</b>	
Se prohíbe la perforación de nuevos pozos domésticos para extracción de agua del acuífero	El proyecto no prevé dentro de sus obras o actividades la perforación de pozos, motivo por el cual los criterios de referencia no guardan relación con el mismo.
El Ayuntamiento deberá levantar un inventario de los pozos domésticos con el fin de regular el volumen de extracción de agua del acuífero	
<b>Tratamiento de aguas pluviales y residuales</b>	
Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos que no estén habilitados para dicho fin.	El proyecto no dispondrá de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos que no estén habilitados para dicho fin, sino que las aguas residuales que se generen serán canalizadas a la red de drenaje municipal, asimismo se observará el contenido de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos

Estrategias	Vinculación
	<p>permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Por lo que no se contraviene la estrategia en cita.</p>
<p>Es obligatoria la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento.</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, únicamente se contempla la generación de aguas residuales correspondientes a los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada de trabajo. Para la disposición de dichos residuos, durante la realización de las obras se contará con el servicio de letrinas portátiles, una por cada 10 trabajadores. Se solicitará a la empresa encargada de su renta, ofrecer el servicio de limpieza y recolección para su manejo y disposición final con pipas tipo vector.</p> <p>En lo que respecta a la etapa operativa, las descargas de aguas residuales se realizarán al drenaje municipal, mismo que cuenta con un sistema de tratamiento aerobio, por lo que se da cumplimiento al criterio en cita.</p>
<p>Es obligatoria la disposición de los lodos en los sitios previamente autorizados por la Autoridad Competente.</p>	<p>El proyecto no manejará una planta de tratamiento de aguas residuales. La planta de tratamiento a la cual se dirigirán las aguas residuales del proyecto se encuentra bajo la administración del gobierno estatal de Quintana Roo, mismo que es responsable del manejo de los lodos generados.</p>
<p>Se prohíbe la disposición de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua, zonas inundables, mar y acuífero.</p>	<p>El proyecto dará cumplimiento a la presente estrategia puesto que no dispondrá aguas residuales tratadas en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o acuífero.</p>
<b>Manejo de Residuos Peligrosos</b>	
<p>Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos</p>	<p>El proyecto cumplirá con las estrategias en cita en virtud de que, no habrá disposición de residuos a cielo abierto, ni en áreas silvestres y tampoco se realizará la quema de residuos sólidos.</p> <p>Por el contrario, se implementará una serie de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se encuentran las necesarias para realizar una adecuada separación y manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Estas <i>Buenas prácticas ambientales</i> se estructuran en el Plan de Manejo Ambiental propuesto en el Capítulo VI de la presente MIA-R y se formularon con fundamento en la legislación y normatividad aplicables. Cabe señalar que los residuos sólidos serán separados, envasados y recolectados para su disposición final en sitios autorizados por la autoridad local. Dentro del manejo se realizará la separación de residuos para su posterior reciclaje de</p>
<p>Se prohíbe la quema de residuos sólidos</p>	
<p>Se prohíbe el depósito de residuos sólidos en áreas silvestres.</p>	
<p>Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos.</p>	

Estrategias	Vinculación
	<p>aquellos residuos factibles, además de que se observará la normatividad que resulte aplicable al proyecto durante las diversas etapas de desarrollo.</p> <p>Es importante precisar que el presente proyecto tiene como finalidad la construcción y operación de un muelle para cruceros, motivo por el cual, los residuos que se generen por dicha embarcaciones, no son responsabilidad de la promotora del presente proyecto.</p>
<p>Es obligatorio contar con un programa de disposición de residuos peligrosos avalado por la Autoridad Competente.</p>	<p>El proyecto da cumplimiento con el criterio en cita, en virtud de que propone una serie de medidas para el adecuado manejo de los residuos peligrosos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto. El manejo de residuos peligrosos y su disposición se realizará de conformidad a la legislación y normatividad aplicables a partir de la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes.</p>
<b>Generación y distribución de energía</b>	
<p>El Ayuntamiento deberá elaborar un programa de instalación de fuentes de energía alternativa (eólica y solar) a fin de instrumentarlo en un plazo de dos años.</p>	<p>La estrategia en cita es de cumplimiento para la Autoridad Local a efecto de elaborar un programa de instalación de fuentes de energía alternativa, por lo que no guarda relación con el proyecto que nos ocupa.</p>
<b>Vías de comunicación</b>	
<p>En las nuevas vialidades, la Manifestación de Impacto Ambiental deberá demostrar que éstas no tendrán un efecto negativo sobre el flujo natural del agua dulce y marina, así como sobre los movimientos y mortalidad de la fauna.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con las estrategias en cita, en virtud de que no pretende la construcción y operación de caminos ni vialidades, sino la construcción de un muelle para servicios a embarcaciones y prestación de servicios turísticos, motivo por el cual, se considera que no resultan vinculantes con el proyecto.</p>
<p>En las vialidades, es obligatoria la disposición de leyendas y señalamientos informativos y restrictivos que permitan proteger a la fauna silvestre nativa.</p>	
<p>Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre nativa, con excepción de las condicionadas por la SCT en la instalación portuaria.</p>	
<p>Es de carácter obligatorio la adaptación de sistemas que permitan el flujo adecuado del agua entre los humedales adyacentes a los caminos.</p>	
<b>Extracción de materiales</b>	
<p>En los actuales bancos de extracción de material solo se permitirá la extracción de conformidad con la normatividad aplicable en la materia y un programa integral de restauración que entrará en vigor al finalizar la etapa de aprovechamiento, avalado por las autoridades competentes.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con las estrategias en cita en virtud de que no pretende la explotación de bancos de material, sino la construcción de un muelle para servicios a embarcaciones y prestación de servicios turísticos. Cabe señalar que para el</p>

Estrategias	Vinculación
La autorización de la extensión a explotar de los bancos de material estará sujeta al establecimiento de una zona de amortiguamiento dentro del predio que proteja la cobertura vegetal que lo circunda.	desarrollo del proyecto se obtendrán los materiales únicamente de sitios y bancos autorizados.
La anchura de la zona de amortiguamiento deberá determinarse a partir de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales circundantes que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos	
Es obligatorio el inicio de un programa de restauración de los bancos de material que estén a punto de finalizar su etapa productiva en un periodo menor a un año a partir del cierre de operaciones.	
<b>Procesos de construcción</b>	
Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de las áreas de desplante de la obra.	El proyecto cumplirá con la estrategia en cita, ya que únicamente se desarrollarán los trabajos dentro de los límites del polígono del proyecto sin la instalación de campamentos de construcción.
La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la Manifestación de Impacto Ambiental.	
Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas.	El proyecto cumplirá el criterio en mención, toda vez que prevé la ejecución de <i>Buenas prácticas ambientales</i> entre las que se incluyen las necesarias para el manejo adecuado, recolección y su disposición final de residuos de manejo especial, incluidos los residuos de la construcción. Estas medidas se estructuran en el Plan de Manejo Ambiental presentado en el capítulo VI de la presente MIA-R.
La Construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán sujetas a los establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM- 022-SEMARNAT-2003.	El proyecto no afectará vegetación de manglar, no obstante ello se ha vinculado con la NOM-022-SEMARNAT-2003.
<b>Materiales y tipo de construcción</b>	
Se prohíbe el aprovechamiento de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> (chit), <i>Pseudophoenix sargentii</i> (cuca) y <i>Coccothrinax readii</i> (nakás), con excepción de aquéllas que provienen de UMAS.	El proyecto dará cumplimiento con el presente criterio puesto que no se pretende en aprovechamiento de las especies de palma enunciadas en la presente estrategia ni de ninguna otra.
<b>Manejo de combustibles</b>	
Las instalaciones de combustibles y aceites contarán con cárcamos de contención con el fin de evitar derrames fuera del área de almacenamiento.	El proyecto no prevé instalaciones o depósitos de combustibles en el interior del predio, por lo que se

Estrategias	Vinculación
<p>La autorización de depósitos de combustibles queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental y en el Estudio de Riesgo Ambiental que demuestren que tales obras no generen impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.</p>	<p>considera que no se guarda relación con la estrategia en cita.</p>
<b>Equipo hotelero y Residencial Turístico</b>	
<p>La autorización de viviendas, hoteles y residencias queda condicionada a la presentación, en la Manifestación de Impacto Ambiental, de un programa sobre el manejo y disposición de aguas residuales y lodos, de residuos sólidos y de abastecimiento de agua y energía eléctrica.</p>	<p>El proyecto que se pretende es un muelle de embarcaciones, cuya infraestructura está destinada a la atención de embarcaciones, sin que se pretenda la construcción y operación de viviendas, hoteles o residencias por lo que no guarda relación con la estrategia en cita.</p>
<p>La construcción de cuartos de hotel, así como el COS y el CUS de esta unidad, estará sujeta a la normativa del Programa de Desarrollo Urbano.</p>	
<p>La autorización de plantas desalinizadoras queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la disposición de salmueras no modifica las características fisicoquímicas del agua de mar ni impacta hábitat terrestre, costeros y ni al acuífero con lo que se evitarían desequilibrio ecológico y conflictos ambientales.</p>	<p>El proyecto no contempla dentro de sus obras la construcción de una planta desalinizadora motivo por el cual no es de observancia la presente estrategia para el mismo.</p>
<p>En la zona adyacente al Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, la autorización de proyectos ubicados relacionado con la infraestructura hotelera o inmobiliaria queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>En principio el proyecto no se incribe como infraestructura hotelera o inmobiliaria por lo que no guarda relación con la estrategia en cita. Por otro lado, si bien el proyecto se encuentra adyacente al Área Natural Protegida Parque Nacional "Arrecifes de Cozumel", particularmente a una distancia de 1.16 km, quedando exento del cumplimiento del Decreto y Programa de Manejo correspondiente, no se generarán impactos negativos sobre dicha área puesto que se implmentarán una serie de medidas preventivas y de mitigación con el fin de no generar impactos que puedan derivar en desequilibrios ecológicos.</p>
<b>Campos de Golf</b>	
<p>La autorización de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán impactos irreversibles sobre el tamaño y distribución de parches de vegetación natural, sobre la continuidad de la cobertura natural del terreno y</p>	<p>Como ya se ha mencionado, el proyecto prevé la construcción de un muelle, por lo que no guarda relación con las estrategias en cita al no incluir la construcción de campos de golf. Asimismo, no se prevé la extracción de agua subterránea para el riego de campos.</p>

Estrategias	Vinculación
las poblaciones de flora y fauna silvestre nativa, que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales	
Queda prohibida la extracción de agua subterránea para el riego de los campos. Ésta podrá obtenerse a partir de la desalinización de agua de mar o de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	
Es obligatorio el tratamiento terciario de las aguas residuales cuando éstas se destinen al riego.	
La autorización de la construcción y operación de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren el correcto funcionamiento de un sistema de recuperación de aguas residuales de riego, con lo cual se evitarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	
Es obligatorio que las aguas residuales de riego sean tratadas antes de su disposición final.	
Queda prohibido verter el agua residual de riego de los campos de golf en acuíferos, cuerpos de agua, manglares o en el mar.	
Es obligatoria la disposición del agua residual de riego en pozos de absorción.	
La autorización de los pozos de absorción estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre el acuífero y los ecosistemas costeros que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	
Queda prohibida la utilización de agroquímicos cuyo tiempo de permanencia sea superior a 48 horas.	
Se prohíbe la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables y manglares.	
<b>Equipamiento portuario</b>	
La autorización de equipamiento portuario queda condicionada a la prestación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la actividad no generará impactos ambientales irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto cumple con la estrategia en cita toda vez que a partir de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional se somete a evaluación de la autoridad competente. Como parte de esta manifestación se presenta un análisis de los diferentes impactos previstos por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, su evaluación, así como una serie de medidas para prevenirlos, mitigarlos y en su caso compensarlos. Cabe señalar que el proyecto no causará ningún

Estrategias	Vinculación
	desequilibrio ecológico, tal como se evidencia en el capítulo V de esta MIA-R, ni rebasará los límites establecidos por la legislación y normatividad ambientales aplicables, como se evidencia en el presente capítulo, dando cumplimiento así a la estrategia en cita.
<b>Turismo Alternativo</b>	
La autorización de recorridos organizados por operadores turísticos estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos negativos significativos que pudieran crear desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto no pretende la prestación de servicios turísticos acuáticos o alternativos ni realizará aprovechamiento extractivo, por lo que no guarda relación con las estrategias en cita.
Los vehículos motorizados que se utilicen para turismo alternativo deberán cumplir con la NOM-080-ECOL-1994.	
Queda prohibido el aprovechamiento extractivo turístico de la vegetación natural y fauna nativa.	
<b>Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)</b>	
Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo e intensivo para uso comercial, repoblación, recreación y conservación	El proyecto no tiene como finalidad la explotación o aprovechamiento de ningún tipo de especies ni tampoco el establecimiento de UMAS, por lo que no se guarda relación con las estrategias en cita.
Se prohíbe la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) para uso cinegético	
Se prohíbe la extracción o utilización de una especie cuando ésta afecte directamente la permanencia de especies endémicas al municipio o las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001	
Se prohíbe la instalación de UMAS en zonas con valor arqueológico y cultural	
Se prohíbe el almacenamiento de excretas y residuos provenientes de las UMAS en sitios sin recubrimiento que puedan provocar la infiltración y contaminación del acuífero.	
<b>Flora y Fauna</b>	
Se prohíbe la introducción de especies.	Los presentes criterios no guardan relación con el proyecto, ya que no se tiene como finalidad la explotación de ningún tipo de especies, sin embargo el presente proyecto propone la implementación de Programas de Manejo de Flora y Fauna, donde el objeto de los mismos es rescatar y reubicar dichas
Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y	

Estrategias	Vinculación
Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre con fines de obtener pie de cría.	especies, así como prevenir la introducción de especies.
<b>Línea de costa y playas</b>	
La autorización para la construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dichas construcciones no tendrán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales	El presente proyecto se ajusta a los criterios de referencia, en virtud de que se tiene presentando la Manifestación de Impacto Ambiental previo al inicio de obras y operación; asimismo, no se considera que se pudiera afectar playa alguna, ya que las obras y actividades se prevén en una zona con sustrato rocoso, en donde no resulta factible las actividades turísticas recreativas propias de la playa, motivo por el cual, no se prevé la afectación a playas ni al disfrute de las mismas.
Se prohíbe la extracción de arena de playas.	
La autorización para controlar la erosión natural de playas queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dicho control no tendrá impactos irreversibles sobre la línea de costa que conduzca a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	
Se prohíbe el uso de vehículos en la playa con excepción de aquellos relacionados con labores de protección civil, investigación científica y conservación biológica.	
El Ayuntamiento, en coordinación con SEMARNAT y PROFEPA, deberán trazar en campo la servidumbre de paso que garantice el acceso a las playas. Además, se deberá realizar un censo de los accesos existente para su registro en la Bitácora Ambiental	
Queda prohibida la construcción de infraestructura turística cuando estas obstruyen directa o indirectamente el acceso a las playas previamente definidas como de uso público.	
<b>Dunas</b>	
No se permite la construcción sobre dunas costeras o actividades que las afecten negativamente.	La presente estrategia no guarda relación con el proyecto, ya que el mismo no afectará zonas de duna costera pues el sustrato de la zona en donde se efectuará la obra es rocoso.
Se prohíbe la remoción de vegetación nativa en las dunas costeras.	
Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre dunas.	
<b>Zonas Inundables y Lagunas Costeras</b>	
Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo natural del agua, tanto dulce, como salobre y marina, hacia el manglar y las lagunas costeras.	La ubicación de las obras que conforman el proyecto, se encuentran fuera de zonas de manglar. De acuerdo con CONABIO (2016) en el polígono del proyecto se registró un uso de suelo (desarrollo antrópico), un tipo de vegetación (Otra vegetación,

Estrategias	Vinculación
	<p>que de acuerdo con INEGI esta corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia) y como información complementaria, se cuenta con cuerpos de agua y superficie sin vegetación, la cual corresponde a playa y rocas, tal y como se mencionó en el Capítulo IV de la presente MIA-R.</p> <p>No obstante lo anterior, durante los recorridos en campo se identificaron individuos de manglar en la zona de la costa rocosa. Estos individuos corresponden a las especies de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Conocarpus erectus</i>, su presencia de acuerdo a evidencia de imágenes de satélite corresponde años subsecuentes del 2006 lo cual evidencia individuos jóvenes y de poco vigor (ver Capítulo IV).</p> <p>Estos individuos no se inscriben como humedal costero, ya que no cuentan con aportes de agua dulce y por lo tanto no cuentan con circulación continua de agua salobre, ni tampoco se trata de un cuerpo lagunar o estero. Además de que el aporte de agua que recibe corresponde casi en su totalidad a agua de mar puesto que el agua dulce se limita a lo provisto por la precipitación pluvial.</p> <p>En este contexto, es necesario precisar que el desarrollo de las obras sujetas a evaluación no tendrá ninguna incidencia sobre el flujo hidrológico que alimenta los individuos de mangle manteniéndose tanto la dirección como el volumen que actualmente llega al sitio (ver Capítulo V). Complementariamente, al considerarse la realización de las obras de manera elevada con respecto al nivel en que se localizan los ejemplares de manglar la integridad de estos se mantendrá sin modificaciones.</p>
<p>Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo y refluo superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de la fauna silvestre</p>	<p>Tal como se señaló anteriormente, el proyecto no alterará el flujo superficial o subterráneo del agua y no se restringirá el movimiento de la fauna silvestre al tratarse de una estructura elevada en su componente marina y al encontrarse en una zona urbanizada en su componente terrestre. Por lo que se da cumplimiento a lo establecido en la estrategia en cita.</p>
<p>Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.</p>	<p>El proyecto no realizará aprovechamiento, tala o relleno del manglar por lo que se da cumplimiento a lo establecido en la estrategia en cita.</p>
<p>La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos</p>	<p>El proyecto no se ubica en una zona inundable sino en una costa rocosa, por lo que no guarda relación con la estrategia en cita.</p>

Estrategias	Vinculación
irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	
La autorización de andadores volados o puentes sobre manglar y queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes	En principio es necesario recalcar que el proyecto no incide en comunidades de manglar sino que únicamente existen individuos aislados aledaños a la zona del proyecto, mismos que no se verán afectados por el desarrollo del proyecto. Sin embargo, en cumplimiento a lo establecido en la estrategia en cita, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental ante la autoridad competente, para que determine lo procedente respecto al mismo.
Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua, manglares y humedales.	El proyecto da cumplimiento a la estrategia en cita puesto que no realizará ningún tipo de descarga o vertimiento a cuerpos de agua, manglares o humedales.
Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.	El proyecto no se ubica ni incide en canales de comunicación entre manglares por lo que no guarda relación con la estrategia en cita
<b>Cenotes, Dolinas y Cavernas</b>	
Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas y dolinas.	El proyecto no incide en cenotes, dolinas, cavernas o cuerpos de agua y no pretende la extracción o colecta de flora o fauna, por lo que no guarda relación con las estrategias en cita.
Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.	
Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.	
Se prohíbe la extracción de agua de cenotes, a excepción del aprovechamiento de Aguas Nacionales mediante títulos de concesión y autorización por parte de la CONAGUA	
Se prohíbe la disposición de aguas residuales, tratadas o no tratadas en cenotes, dolinas o cavernas	
La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	

### III.5.4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (PDUCCPC), 2011

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel como instrumento de planeación tiene como propósito fundamental contribuir en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población de Cozumel, los usos de suelo y actividades que permitan el desarrollo armónico de las áreas habitacionales y de los servicios.

El presente instrumento ha sufrido modificaciones y/o actualizaciones, los cuales para el presente análisis se ha considerado la actualización del PDUCCPC con fecha del 22 de marzo de 2011.

#### III.5.4.1 Zonificación

En el plano de usos de suelo se zonifican las áreas autorizadas como usos predominantes de cada una de las zonas en las que se divide el área materia del presente Programa. Ahora bien, de acuerdo con la ubicación del sitio del proyecto en zona terrestre, se ubica en un Uso de suelo tipificado como **Zona Turística Densidad Media (T1000)**, correspondiente a la **Zona 2** “Zona Urbana ubicada dentro de fundo legal de Cozumel”, según el **Plano Estrategia E-3 Usos de Suelo** correspondiente al Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel (Ver siguiente figura).



Tabla III.25. Normas de uso de suelo establecidas por el PDU de Cozumel.

USO PREDOMINANTE	SIMBOLOGIA USO / SUPERFICIE DE LOTE	COEFICIENTE DE UTILIZACION	COEFICIENTE DE OCUPACION	SUPERFICIE M2	VIVIENDAS POR HA BRUTA	HABITANTES POR HA
HABITACIONAL						
Densidad alta	H100	2.00	0.70	110	60	250
Densidad media	H200	2.00	0.65	200	35	134-200
Densidad media	HR200	2.00	0.65	200	35	134-200
Densidad baja	H300	0.80	0.60	300	20	133
Residencial turística	RT300	0.80	0.60	300	26 / 80 (#)	133
Zona turística Densidad media	T1000	2.30	0.60	1000	66 / 200 (#)	133
Mixto	MX	1.80	0.70	---	50	250
CENTRO URBANO TRADICIONAL Y PINTORESCO	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
NUEVO CENTRO URBANO	CU	4.00	0.80	---	60 (*)	180
INDUSTRIAL	IND	1.50	0.50	(3)	---	---
EQUIPAMIENTO	EQ	1.50	0.60	(3)	---	---
AREA VERDE	AV, ZA	0.005	0.005	---	1	---

En este contexto, para el sitio del proyecto los parámetros urbanos asignados para el uso de suelo T1000 son los que se expresan en la siguiente tabla.

Tabla III.26. Parámetros urbanos de la Zonificación T1000 del PDU CPC.

Uso predominante	Uso de suelo	CUS	COS	Superficie m <sup>2</sup>	Viviendas por ha bruta	Habitantes por ha
Zona turística Densidad media	T1000	2.30	0.60	1000	66/220 (#)	133

De manera complementaria, para dicha zona el PDU establece a la letra:

### 5. Zona turística densidad media

*El coeficiente de ocupación (COS) es del 60%, y el coeficiente de Utilización (CUS) del 2.3. La altura máxima permitida es de 6 niveles o 21 metros. La superficie mínima de lote es de 1000 m<sup>2</sup>, con un frente mínimo de 25 metros y un remetimiento de 4 metros del alineamiento. Esta franja localizada sobre la Avenida Rafael Melgar partiendo desde la Av. Andrés Quintana Roo hasta la Av. Claudio Canto Anduze tendrá una profundidad de 150 metros desde el litoral hacia el oeste y su densidad máxima permitida será de 66 viviendas/ha o 200 cuartos/ha.*

Para el desplante del proyecto en su parte terrestre y por cuanto hace a la terminal de cruceros, se cuenta con un predio de superficie de 1.1 ha equivalente a 10,999.96 m<sup>2</sup>, por lo que el proyecto se ajustará a los parámetros antes mencionados aun cuando no se trata de la construcción de viviendas o cuartos. El proyecto se ajustará al CUS de 2.3 y un COS de 0.60, respetará un frente de 25 metros y un remetimiento de 4 metros del alineamiento. En este contexto y a pesar de que el proyecto no incluye el desarrollo de viviendas, se dará cumplimiento a los parámetros urbanos aplicables a la zona del proyecto en su parte terrestre.

### III.5.4.3 Compatibilidad de Uso de Suelo

En la revisión de la **Tabla de compatibilidad del Uso de Suelo**, el PDUCP de Cozumel no restringe el desarrollo del proyecto, ya que el uso pretendido no se encuentra dentro de la lista de Usos y Destinos permitidas, condicionados y no permitidos. Sin embargo, el PDUCP de Cozumel establece que para aquellos usos no considerados como predominantes se deberá obtener la aprobación de la **Dirección de Desarrollo Urbano, condición a la que se dará cumplimiento al tiempo de gestión de los permisos correspondientes y posterior a la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental**. A este respecto el PDUCP de Cozumel establece a la letra:

*“La aprobación de los usos no predominantes para todas estas zonas, se sujetará a la aprobación específica de la Dirección de Desarrollo Urbano la cual deberá tener en consideración fundamentalmente el estudio de impacto ambiental y la manifestación de impacto ambiental que puedan tener el desarrollo, así como las siguientes normas específicas:*

*...”*

En adición, dentro de las **Políticas Sectoriales** como es el **Desarrollo Turístico**, el PDUCP de Cozumel se considera lo siguiente:

- Promover la construcción de una zona de Servicio de apoyo para el transporte marítimo en la zona de muelle.

Asimismo, el PDUCP de Cozumel en su nivel programático, establece **Programas de Desarrollo Económico**, y a su vez Subprogramas, los cuales incluye, el **Subprograma de infraestructura portuaria**, y tiene como prioridad lo siguiente:

- Proporcionar y regular los servicios necesarios a la Terminal de cruceros turísticos para optimizar su potencial aminorando los impactos negativos de esta modalidad turística al centro de población.
- Establecer proyectos portuarios estratégicos dentro del Centro de Población que permitan mejorar los servicios destinados al turismo, así como reducir los costos de suministro a la isla.

Por todo lo anterior, se desprende que el proyecto es congruente con el instrumento de planeación, en virtud de fomentar ordenada y ecológicamente la construcción de un muelle y servicios, para desarrollo económico de la zona. Cabe señalar que el proyecto sometido a evaluación dará cabal cumplimiento a las normas establecidas en este instrumento, así como a los criterios urbanísticos de ocupación y utilización del suelo.

### III.6. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28 de la citada Ley, la Secretaría revisará que se ajusten a las formalidades previstas en la misma Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, y 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. Por tal motivo, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los instrumentos aplicables para su desarrollo.

En los sucesivos numerales se presenta el análisis correspondiente a los diversos instrumentos de política ambiental tales como son el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan de Desarrollo Estatal.

### III.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024

Nuestro país está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. El desarrollo sustentable se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Bajo este contexto, se retoma la estructura presentada en nuevo instrumento referido al Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024 en que ha incluido 3 ejes transversales. El eje transversal de interés es el eje 3 “Territorio y desarrollo sostenible”.

Uno de los problemas relevantes en nuestro país es que se busca un modelo de desarrollo sostenible, así como la falta de una adecuada conceptualización del territorio como espacio donde ocurren las interacciones económicas, políticas, medioambientales y sociales. El reconocimiento de esta problemática común a todos los ámbitos de incidencia de la política pública revela su carácter transversal en los problemas públicos que están identificados dentro de los ejes generales, por lo que la importancia de su atención se manifiesta definiéndolo como eje transversal del Plan Nacional Desarrollo 2019-2024. Atendiendo los nuevos enfoques de política pública de la presente administración, el Gobierno de México se ajustará a cinco criterios, de los cuales se menciona solo el que guarda relación con el proyecto:

5. El análisis de la política pública deberá valorar si un mejor ordenamiento territorial potencia los beneficios de la localización de la infraestructura, los bienes y servicios públicos, y de ser así, incorporarlo desde su diseño, pasando por la implementación, y hasta su proceso de evaluación y seguimiento.

En materia de transporte marítimo, las necesidades del país se concentran en revertir la severa disminución de la flota nacional y su nula participación en el tráfico de altura, así como la caída de la participación del transporte marítimo en el comercio exterior mexicano. Además, se ha perdido competitividad en el transporte de carga y pasajeros en los puertos

mexicanos, dado que la conectividad multimodal entre los puertos y los centros de producción y consumo no corresponde a los criterios de eficiencia, eficacia y seguridad requerida actualmente por las cadenas de suministro.

Ahora bien, el eje de interés para el proyecto que nos ocupa es el eje general de “**Desarrollo económico**” y tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

**Objetivo 3.6** Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Estrategia:

3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.

Como se podrá observar, el proyecto es congruente con el objetivo y estrategia señalados, en virtud que se desarrollará infraestructura de transporte marítimo para la ampliar la demanda de transporte tanto regional como nacional.

Por otra parte, el turismo mexicano es una industria sólida y con gran potencial de crecimiento, asimismo es deseable, ya que trae consigo beneficios económicos para la población local como son la construcción de infraestructura y vías de transporte para satisfacer las necesidades del turista.

En 2017 México ocupó el sexto lugar mundial en la recepción de turistas, siendo el principal destino turístico de América Latina y el Caribe (OMT). Para 2018, se registraron 41.4 millones de turistas internacionales, 5.5% más respecto al año anterior (INEGI). En consecuencia, el

proyecto referido a una terminal de cruceros fortalecerá al sector turístico y por tal motivo se vincula con el siguiente objetivo del PND:

**Objetivo 3.9** Posicionar a México como un destino turístico competitivo, de vanguardia, sostenible e incluyente.

Estrategia

3.9.3 Impulsar acciones innovadoras de planeación integral, promoción, comercialización y diversificación de mercados y oferta turística.

Evidentemente por las dimensiones y alcance del proyecto, se impulsarán las acciones innovadoras de la oferta turística, lo que coadyuvará a posesionar al estado de Quintana Roo como un destino turístico competitivo y de vanguardia.

Bajo este contexto se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias señalados que derivan del eje general de **“Desarrollo económico”** del Plan Nacional de Desarrollo de 2019-2024.

### III.6.2. Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2016-2022

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por cinco ejes rectores:

- *Eje 1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos*
- *Eje 2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho*
- *Eje 3. Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente*
- *Eje 4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad*
- *Eje 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental*

El Gobierno Federal ha impulsado de manera prioritaria la industria turística, derivado de su crecimiento y la importancia que ha tomado como uno de los pilares del desarrollo económico nacional; por lo anterior, se han puesto en marcha programas para la

modernización de la infraestructura y el incremento del sector de comunicaciones y transportes, con la finalidad de que más visitantes accedan a un mayor número de destinos. Asimismo, se han puesto en ejecución proyectos, creado productos y circuitos turísticos, con los que ha sido posible consolidar a los destinos clásicos de sol y playa en numerosos centros vacacionales localizados en ambas costas; de igual manera, se ha fomentado el turismo arqueológico con el objetivo de revalorizar el patrimonio ancestral de las culturas prehispánicas. Por su parte, el turismo cultural ha posibilitado comprender el proceso de la conquista española y la creación de ciudades coloniales, mientras que el turismo de cruceros en las costas del pacífico y el caribe ha cobrado auge debido al incremento de la demanda de los mercados nacional y extranjero.

Este instrumento establece una serie de objetivos y estrategias, de los cuales el proyecto y obras sujetas a evaluación, se insertan dentro del objetivo estratégico orientado a impulsar el Sector Económico particularmente para el sector turístico, correspondiente al EJE 1.

***Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos:***

*“Programa 4 Diversificación y Desarrollo del Turismo”*

***Objetivo***

*Consolidar a Quintana Roo como un destino competitivo y líder de la actividad turística y que como motor del desarrollo económico del estado genere bienestar para todos.*

***Estrategia:***

*Impulsar la actividad turística mediante el fondo de las inversiones, el desarrollo y modernización de la infraestructura, la mejora en la calidad de la prestación de servicios, el mejoramiento del marco regulatorio y la diversificación a través de la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del estado.*

***Meta:***

*Incrementar un 2% la actividad turística en el estado, durante el primer año de gobierno.*

**Líneas de acción:***19. Impulsar la competitividad del sector de cruceros en Quintana Roo.*

Es en esta estrategia en particular, donde el proyecto se vincula directamente con lo indicado, en virtud por la naturaleza de las obras, ya que el sector turístico representa un sector estratégico y fundamental tanto a nivel regional como para estado, por lo tanto, el proyecto impulsará la competitividad turística que se han venido desarrollando en la región, garantizando la creación de nuevos empleos, incrementando la infraestructura para el sector de cruceros con la construcción y operación de la terminal, así como los ingresos de la zona, y el fomento a una cultura de cuidado del patrimonio natural.

Por otra parte, la expansión del sector turístico ha dado pauta al crecimiento de infraestructura en el transporte, tanto terrestre, como área y marítimo. El estado de Quintana Roo cuenta con una importante conexión aérea y marítima que permite vincularse con los mercados nacionales e internacionales. Esta conectividad favorece el flujo de personas, aunque no se explota su potencial para el flujo de bienes y servicios nacionales e internacionales, lo que significa una oportunidad para diversificar las actividades económicas.

Por otra parte, la recepción de cruceros se ha afianzado como una de las líneas claves para diversificación de la oferta turística derivado del rápido crecimiento; entre 2013 y 2015 el incremento promedio de la llegada de viajeros por este medio de transporte fue de 21%; en esos tres años, arribaron más de 10 millones de visitantes en un total de 3,537 embarcaciones. Actualmente de los seis puertos existentes únicamente los de Cozumel y Mahahual disponen de la infraestructura necesaria para recibir grandes embarcaciones, lo que en mediano plazo podría limitar el flujo turístico en relación con el incremento de la demanda del sector. En consecuencia, esto da cavidad a la necesidad de ejecución de proyectos como el que nos ocupa. Por ende, el proyecto se inserta en el **Eje 5. Crecimiento ordenado con sustentabilidad ambiental**. Asimismo, se vincula con el siguiente programa:

*Programa 30. Infraestructura para el desarrollo del Estado*

**Objetivo:**

*Contar con infraestructura que mejore la calidad de vida de las personas y consolide a Quintana Roo como un estado competitivo, con modernidad y sustentabilidad.*

**Estrategia:**

*Implementar planes y programas de infraestructura social, económica y servicios básicos; optimizando recursos y con mayor cobertura para el beneficio de los habitantes, visitantes y turistas.*

**Meta:**

*Implementar un programa integral de desarrollo de infraestructura para mejorar la funcionalidad del estado.*

**Líneas de acción:**

*9. Colaborar en coordinación con el gobierno federal, a fin de fortalecer la infraestructura área y marítima en la entidad.*

El proyecto plantea una alternativa para otorgar un servicio a las embarcaciones, que permita apreciar la belleza escénica de los recursos naturales, lo que conlleva a que la empresa promovente ejecute el proyecto bajo un contexto del desarrollo sustentable, fomentando el crecimiento de los servicios que en ella se ofrecen, e integrando la preservación de los recursos naturales en sus actividades, por ejemplo la implementación de programas ambientales en el manejo de flora y fauna, entre otras acciones orientadas al cuidado del medio ambiente.

Por lo antes mencionado, se concluye que el proyecto es congruente con los objetivos y estrategias citadas en el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo, en virtud de que sus obras y actividades están orientadas a consolidar el desarrollo del sector turístico, el cual es uno de los sectores económicos relevantes en el Estado de Quintana Roo.

### III.7. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) son zonas del territorio nacional 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 y están sujetas al régimen previsto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En nuestro país se tienen ANPS's de competencia federal, estatal, municipal y Áreas de Conservación Voluntarias. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), son áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas se han conceptualizado como planes o programas de manejo y/o conservación, por ende, las obras o proyectos inmersos en algún ANP, deberán ajustarse al programa de manejo, así como a los lineamientos establecidos en el decreto del ANP correspondiente.

Derivado de la importancia del tema y para efectos de documentar las distancias del proyecto con estas áreas, se realiza a continuación el análisis de las ANP's que se identificaron a nivel federal y estatal con mayor proximidad al proyecto, dado que el mismo no incide sobre ninguna de ellas como se mostrará líneas adelante.

#### III.7.1. Áreas Naturales protegidas de jurisdicción federal

De acuerdo con la ubicación del proyecto, las Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal que guardan proximidad con el mismo son:

- ✓ Parque Nacional "Arrecifes de Cozumel", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996 y recategorizado mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de junio del 2000.
- ✓ Reserva de la Biósfera "Caribe Mexicano", publicada mediante Decreto en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre del 2016.

Lo anterior se ilustra en la siguiente imagen:

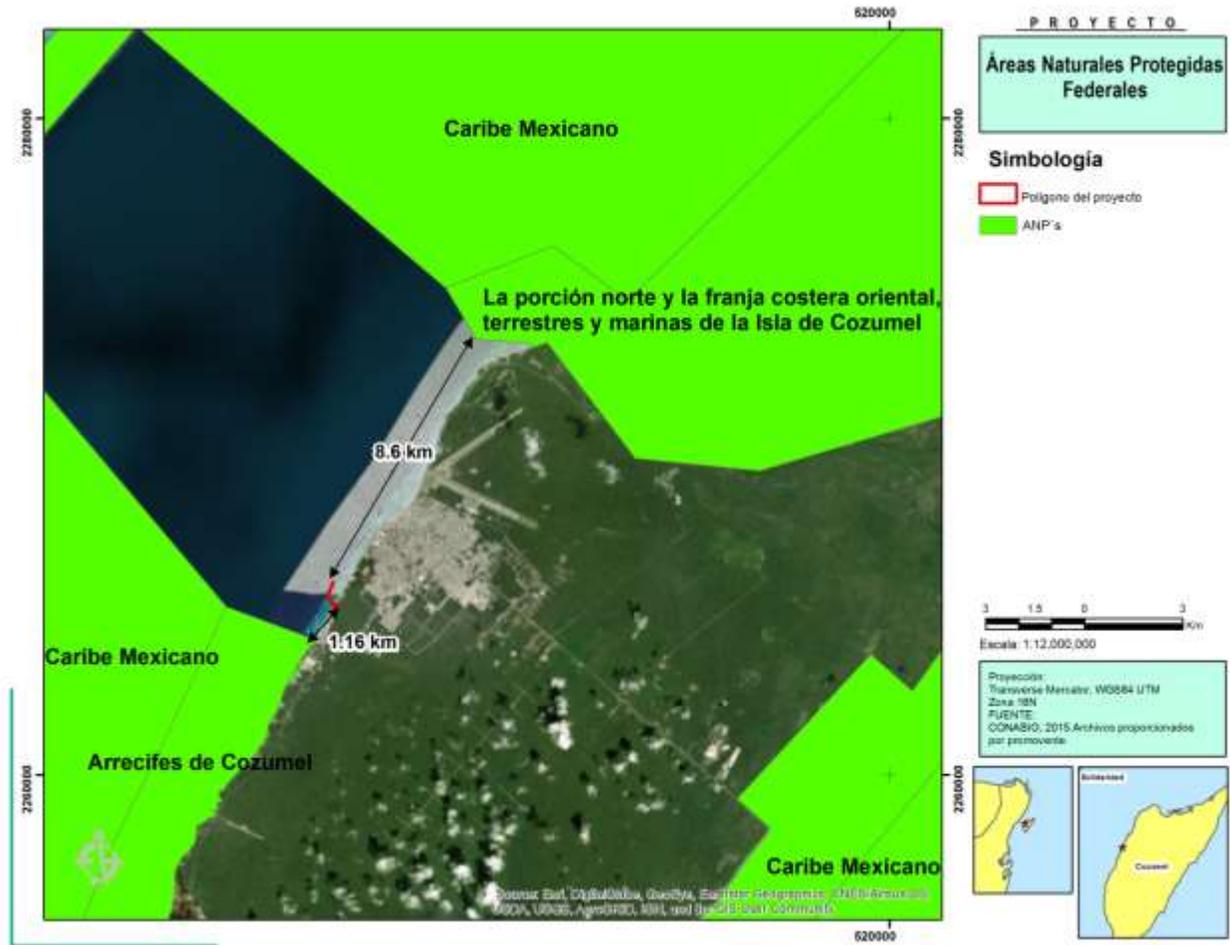


Figura III.9. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP's de competencia Federal.

De la imagen anterior, se observa que el proyecto, se localiza en su punto más cercano a una distancia de 1.16 km del Área Natural Protegida Parque Nacional “Arrecifes de Cozumel”, por lo que el proyecto queda fuera del ámbito de aplicación del cumplimiento del Decreto y Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se observa que el proyecto, se localiza en su punto más cercano a una distancia de 8.6 km del Área Natural Protegida “Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano”, por lo que el proyecto quedo nuevamente fuera del ámbito de aplicación del Decreto y Programa de Manejo correspondiente.

### III.7.2. Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.

En el ámbito estatal, se tiene el Área Natural Protegida denominada “Selvas y Humedales de Cozumel”. Las obras en zona terrestre guardan una proximidad de 3.7 km, como se visualiza a continuación.

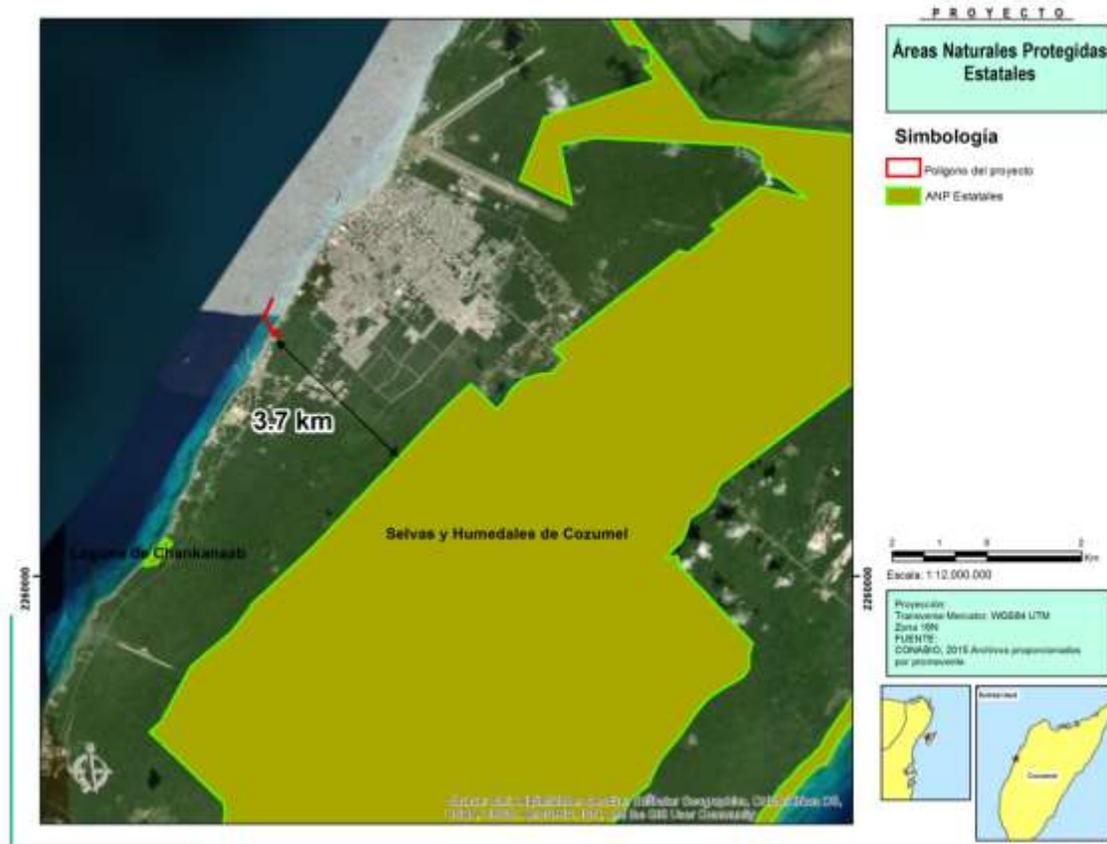


Figura III.10. Ubicación del proyecto con respecto a ANP's de competencia Estatal.

De la anterior imagen, se corrobora que el proyecto se localiza como ya se mencionó fuera de Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal, motivo por el cual, no le resulta vinculante al proyecto.

### III.8. Sitios Ramsar

El proyecto no incide en ningún sitio Ramsar, sin embargo el más próximo se localiza a una distancia de 1.16 km y corresponde al “Parque Nacional Arrecife de Cozumel”, como se observa en la siguiente imagen.

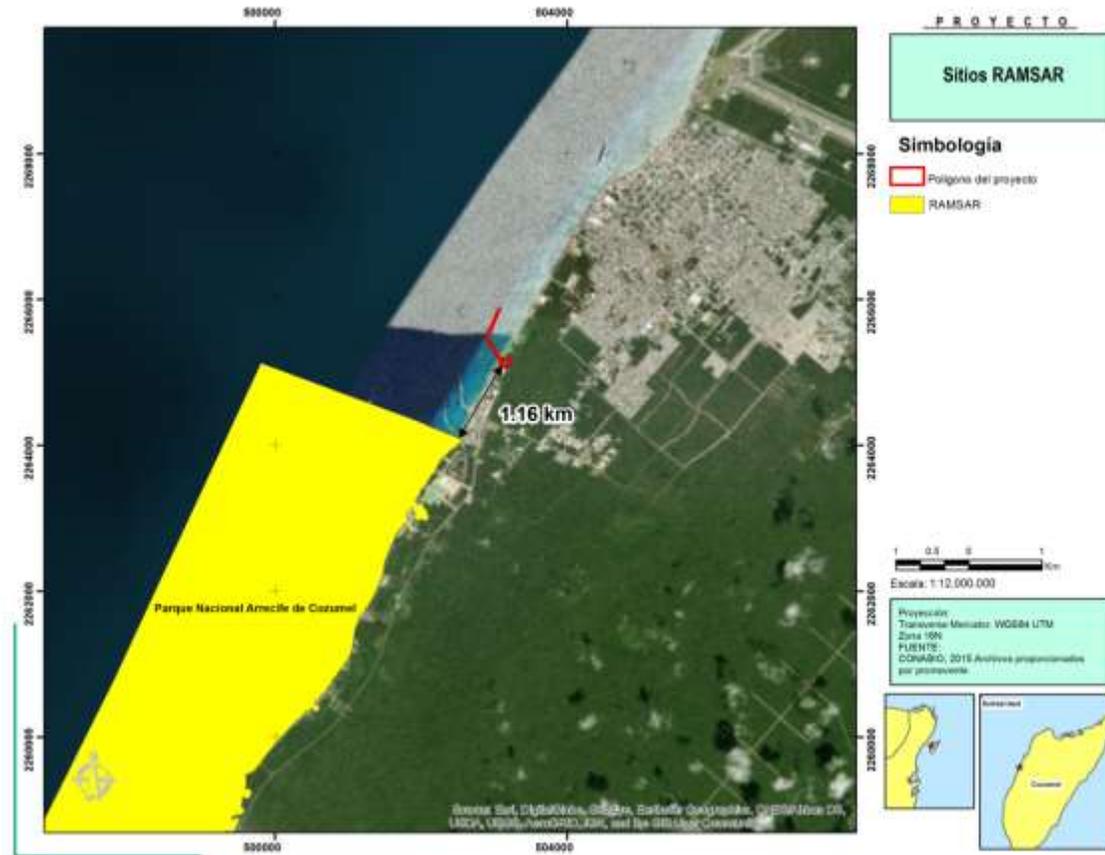


Figura III.11. Ubicación del proyecto con relación a los sitios RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971) identificada como "Convención Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos adquiridos por las partes (países miembros) cuyo objetivo es incentivar y mantener las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización

del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

#### **A. Partes Contratantes, o Estados Miembros, de la Convención de Ramsar**

De conformidad con el Artículo 9.2 de la Convención sobre los Humedales “Todo miembro de la Organización de las Naciones Unidas o de una de sus agencias especializadas, o de la Agencia Internacional de la Energía Atómica, o Parte de los Estatutos de la Corte Internacional de Justicia, puede ser Parte Contratante en esta Convención”, esto es, todo país puede ser suscriptor y convertirse en parte del presente convenio, siempre y cuando dentro de los límites territoriales de éste existan humedales.

La adhesión a la Convención señala un compromiso por parte del gobierno nacional de trabajar activamente en apoyo de los “tres pilares” de la Convención:

- Garantizar la conservación y el uso racional de los humedales que ha designado como Humedales de Importancia Internacional.
- Incluir en la planificación ambiental nacional el uso racional de todos los humedales en la mayor medida posible, y
- Entablar consultas con otras Partes acerca de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que concierne a los humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas.

Bajo este contexto, son relevantes y de interés a discusión los puntos referentes a:

- Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto - estratégico, ambiental y social.
- Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.

- Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica” aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.
- Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial.
- Manual 16. Evaluación del Impacto Ambiental.

### **B. Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto estratégico, ambiental y social**

Se precisa en el pedimento lo siguiente:

*“PIDE a las Partes Contratantes que fortalezcan y consoliden sus esfuerzos para asegurarse de que todo proyecto, plan, programa y política con potencial de alterar el carácter ecológico de los humedales incluidos en la Lista Ramsar o de impactar negativamente a otros humedales situados en su territorio, sean sometidos a procedimientos rigurosos de estudios de impacto y formalizar dichos procedimientos mediante los arreglos necesarios en cuanto a políticas, legislación, instituciones y organizaciones;”*

### **C. Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.**

La resolución invocada precisa en su pedimento lo siguiente:

*“PIDE a las Partes Contratantes que administren los humedales de forma que aumente su resiliencia al cambio climático y a los fenómenos climáticos extremos y se reduzca el riesgo de inundaciones y sequías en los países vulnerables, entre otras formas, promoviendo la protección y la restauración de los humedales y de las cuencas hidrográficas;”*

Asimismo:

*“HACE UN LLAMADO a todos los países concernidos para que adopten medidas para minimizar la degradación, así como para promover el restablecimiento y mejorar las prácticas de manejo, de aquellas turberas y otros tipos de humedales que son depósitos importantes de carbono o tienen la capacidad de secuestrar carbono y son considerados como factores de mitigación, así*

*como para aumentar la capacidad de adaptación de la sociedad para responder a los cambios en estos ecosistemas debidos al cambio climático”*

En particular, dichas políticas no resultan de observancia al proyecto que nos ocupa, en virtud de que éste no pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar o que pudiera afectarlo.

#### **D. Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar**

La resolución en comento cita a la letra:

*“INSTA a las Partes Contratantes a valerse, según proceda, de las Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por la COP del CDB en su sexto período de sesiones en la Decisión VI/7, con la asistencia de las orientaciones preparadas por el GECT e insertadas en el texto de las Directrices del CDB, reproducidas en el anexo de la presente Resolución; y a fomentar la participación plena de las comunidades locales y de los pueblos indígenas, en armonía con estos lineamientos, los Lineamientos para establecer y fortalecer la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales (Resolución VII.8), y los Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales (Resolución VIII.14)”*

Los ordenamientos legales en México hacen suyos los principios antes precisados, ya que en ellos se incorporan los aspectos de la biodiversidad, siendo estrictamente evaluados a través del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Es importante precisar que en nuestro país existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental que hace suyos los principios fundamentales de la conservación y cuidado del medio ambiente, procedimiento que cumple con los más altos estándares de análisis técnico y científico, de tal suerte que con ello se garantiza una debida aplicación de los marcos legales nacionales, así como de referencias internacionales.

#### **E. Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial**

Las Partes Contratantes de Ramsar alientan a la Secretaría a que pongan en práctica los principios orientadores que figuran a continuación y sigan estableciendo asociaciones con el sector empresarial, conforme al espíritu de la Estrategia 1.10 del Plan Estratégico para 2009-2015, a fin de fomentar la cooperación con vistas al mantenimiento de los valores ecológicos de los humedales, como condiciones favorables para el desarrollo sostenible.

## Objetivos

- Mejorar las prácticas empresariales ambientalmente sostenibles, intensificando el diálogo y la comprensión de los beneficios socioeconómicos y las oportunidades empresariales que ofrecen los servicios de ecosistemas de los sistemas de humedales plenamente funcionales.
- Ampliar la base de recursos de la Convención y sus actividades estableciendo relaciones mutuamente beneficiosas con el sector empresarial.
- Promover el compromiso directo del sector empresarial con la conservación y el uso racional de los humedales.
- Facilitar el diálogo entre las empresas y los principales interesados directos de los humedales, en particular los gobiernos y las comunidades pertinentes, con miras a generar confianza, y estimular y desarrollar determinadas actividades de asociación.
- Aumentar las inversiones locales, nacionales y regionales en la promoción de la conservación, uso racional, restauración y rehabilitación de humedales.
- Fomentar una mejor comprensión de los valores de los humedales y de la misión de la Convención.
- Fortalecer e intensificar las sinergias entre las necesidades ecológicas para el desarrollo sostenible y los beneficios socioeconómicos derivados del manejo racional de los humedales.

- Examinar nuevas esferas de cooperación y elaborar medidas de sostenibilidad adecuadas a fin de mejorar la cooperación entre el gobierno y el sector privado en el plano nacional.
- Identificar y aplicar métodos para compensar de forma innovadora la pérdida de humedales, en la medida de lo posible en las mismas áreas que desempeñen las mismas funciones ecológicas, en conformidad con la Convención.

El proyecto, es congruente con las políticas antes mencionadas ya que éste busca y pretende desarrollar un proyecto congruente y sustentable, fundamentado en la preservación de los humedales y manglares, haciendo hincapié en que la zona de del Sitio Ramsar corresponde a 1.2 km.

## **F. Manual 16 EIA**

Cita la Convención de RAMSAR:

*“Las Partes en estas COP, y en sus precedentes, han adoptado lineamientos sobre varios temas que han servido de base para la preparación de una serie de manuales para asistir a quienes tengan interés o estén directamente implicados en la aplicación de la Convención en los planos internacional, regional, nacional, subnacional o local. Cada manual recoge, tema tras tema, las diversas orientaciones pertinentes adoptadas por las Partes, a las que se han añadido material adicional de las notas informativas de las COP, estudios de caso y otras publicaciones pertinentes, con objeto de ilustrar los aspectos esenciales de los lineamientos.”*

En el caso concreto, el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, establece las directrices de aplicación de la evaluación del impacto para la conservación y el uso racional de los humedales reconocidos como RAMSAR, así como de aquellos de alto valor ambiental.

El objetivo del presente manual es:

*“El objetivo de este proyecto de directrices es proporcionar asesoramiento general sobre la incorporación de los aspectos de la diversidad biológica a procedimientos nuevos, o ya existentes, de evaluación del impacto ambiental, tomando nota de que en los actuales procedimientos de evaluación del impacto ambiental se tiene en cuenta la diversidad biológica de varios modos. Se ha elaborado un proyecto de marco para atender a las fases de clasificación y de ámbito de la evaluación del impacto ambiental.”*

Tal y como se ha precisado, el proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental, **no pretende la intervención de ninguna de las comunidades de manglar** registradas como sitio RAMSAR, ni de aquellos no registrados que representan altos valores ambientales, por lo que es importante su cuidado y conservación.

En este orden de ideas y respetando el principio de autonomía y soberanía de las Naciones, en México existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental regulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual se comprende de manera por demás completa y exhaustiva de una serie de pasos entre los que destaca el estudio científico y la caracterización ambiental de la zona, con lo cual sobresalen los valores ambientales de la misma.

Asimismo, comprende la proyección y establecimientos de pronósticos, así como la implementación de medidas de mitigación, compensación e inclusive la proyección de restauración. El procedimiento de impacto ambiental en México está diseñado como un sistema a través del cual se detalla y describe la condición actual de la zona, así como su proyección a futuro con el desarrollo de la actividad humana.

Bajo este orden de ideas, la promovente ha formulado la presente manifestación de impacto ambiental, a través de la legislación ambiental mexicana, la cual llevó a cabo la caracterización y descripción ambiental, así como la evaluación de los escenarios actuales y futuros del sitio en relación con el proyecto, con lo cual se observa el cumplimiento a los lineamientos generales del Manual 16 de Evaluación de Impacto Ambiental, precisando que el proyecto no contraviene dicho Manual por no existir obra o actividad alguna que impacte en el ecosistema de humedales en la zona de estudio, ni de la comunidad de manglar en dicha zona.

# CAPÍTULO IV

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.*



## Contenido

<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.1. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.2. Características Generales de la Isla de Cozumel .....</b>	<b>7</b>
<b>IV.3. Características del área de referencia .....</b>	<b>17</b>
<b>IV.4. Delimitación del SAR marino.....</b>	<b>25</b>
<b>Finalmente, el SAR cuenta con una longitud de 6,300 m (6.3 km) y un ancho promedio de 450 m (0.45 km), lo que representa un área aproximada de 2,835,000 m<sup>2</sup> (2.835 km<sup>2</sup>)......</b>	<b>30</b>
<b>IV.5. Delimitación del SAR terrestre .....</b>	<b>30</b>
<b>IV.6. Procesos ecosistémicos dentro del SAR .....</b>	<b>33</b>
IV.6.1. Áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad .....	33
<b>IV.7. Medio Marino .....</b>	<b>40</b>
IV.7.1. Procesos hidrodinámicos dentro del SAR .....	40
IV.7.2. Procesos de sedimentación-erosión .....	42
IV.7.3. Evolución de la línea de costa .....	46
IV.7.4. Composición biótica.....	49
<b>IV.8. Medio terrestre .....</b>	<b>87</b>
IV.8.1. Proceso hidrogeológico .....	87
IV.8.2. Componentes bióticos del medio terrestre.....	93
IV.8.3. Vegetación .....	94
IV.8.4. Fauna terrestre .....	117
<b>IV.9. Tendencias de desarrollo y deterioro de la región.....</b>	<b>131</b>
<b>IV.10. Diagnóstico ambiental .....</b>	<b>133</b>
IV.10.1. Subsistema marino-costero .....	134
IV.10.2. Subsistema terrestre.....	142
<b>IV.11. Conclusiones .....</b>	<b>148</b>

## Contenido figuras y tablas

<i>Fig. IV. 1 Diagrama del desarrollo, enfoque y concepción del Capítulo IV. ....</i>	<i>7</i>
<i>Fig. IV. 2 Localización de la isla de Cozumel y del sitio donde incidirá el proyecto. ....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. IV. 3 Esquema de los ecosistemas representativos para el Caribe Mexicano y su conectividad (Elaboración propia).....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. IV. 4 Procesos ambientales en zonas costeras.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. IV. 5 Hidrodinámica de la Isla de Cozumel.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. IV. 6 Dinámica costera en la isla de Cozumel. ....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. IV. 7 Áreas de relevancia ambiental dentro del SAR.....</i>	<i>18</i>

Fig. IV. 8 Áreas Naturales Protegidas Federales en Cozumel. ....	21
Fig. IV. 9 Esquema general de afectaciones al arrecife por el incremento de actividad turística .....	24
Fig. IV. 11 Fisiografía costa rocosa característica del SAR marino. ....	28
Fig. IV. 12 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) Marino. ....	29
Fig. IV. 13 Localización de las obras del proyecto en la zona terrestre. ....	31
Fig. IV. 14 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo. ....	32
Fig. IV. 15 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias. ....	34
Fig. IV. 16 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (Cozumel). ....	35
Fig. IV. 17 Crecimiento de la población de San Miguel Cozumel en los últimos años. ....	36
Fig. IV. 18 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias. ....	37
Fig. IV. 19 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las AICAS (Isla Cozumel). ....	39
Fig. IV. 20 Hidrodinámica en el SAR marino. ....	43
Fig. IV. 21 Zonas de erosión y depósito dentro del SAR marino. ....	44
Fig. IV. 22 Dispersión de sedimentos suspendidos, escenario de lluvias, a nueve horas con treinta minutos de ocurrido la resuspensión. ....	45
Fig. IV. 23 Dispersión de sedimentos suspendidos, escenario de nortes, a diez horas con treinta minutos de ocurrida la resuspensión. ....	45
Fig. IV. 24 Fisiografía de costa rocosa característica del SAR marino, producida por erosión diferencial. ....	47
Fig. IV. 25 Líneas de costa de los años 2003, 2012 (izquierda) y 2016 (derecha) en el área comprendida en el SAR Marino. ....	48
Fig. IV. 26 Evolución de la línea de costa en el periodo de 2003-2016 en el área donde se ubicará el proyecto. ....	49
Fig. IV. 27 Ubicación de los transectos del estudio de campo. ....	50
Fig. IV. 28 Muestras dentro del SAR y AP. ....	50
Fig. IV. 29 Número de componentes por transecto. ....	52
Fig. IV. 30 Riqueza específica por transecto. ....	53
Fig. IV. 31 Condiciones de los transectos obtenidas mediante trabajo de campo. ....	55
Fig. IV. 32 Condiciones dominantes del TP. ....	56
Fig. IV. 33 Presencia de algas dentro del TP. ....	56
Fig. IV. 34 Presencia de poríferos dentro del TP. ....	56
Fig. IV. 35 Condiciones del estrato en el TP. ....	56
Fig. IV. 36 Presencia de <i>Siderastrea radians</i> dentro del TP. ....	56
Fig. IV. 37 Condiciones del sustrato dentro del TP. ....	56
Fig. IV. 38 Presencia de algunos individuos de pasto marino ( <i>Syringodium filiforme</i> ). ....	57
Fig. IV. 39 Presencia de algunos individuos de alga (genero <i>Udotea</i> ). ....	57
Fig. IV. 40 Valores promedio por transecto del índice de diversidad de Shannon-Wiener. ....	58
Fig. IV. 41 Valores promedio por transecto del índice de equidad de Pielou. ....	58
Fig. IV. 42 Valores promedio por transecto del índice de dominancia de Simpson. ....	59
Fig. IV. 43 Análisis MDS con superposición del clúster a 60% de similitud. ....	60
Fig. IV. 44 Condiciones de los pastos marinos en las zonas donde existe mayor "densidad". ....	63
Fig. IV. 45 Fondo arenoso con individuos de <i>Syringodium filiforme</i> (GEOMAR, 2016). ....	64
Fig. IV. 46 Caracterización del perfil de la zona de estudio conforme Loreto-Viruel et al. (2017). Tomado y modificado de Loreto-Viruel et al. (2017). ....	64
Fig. IV. 47 Estaciones de muestreo del macrobentos (GEOMAR, 2016). ....	66
Fig. IV. 48 Individuos de <i>Manicina areolata</i> en un sustrato arenoso (imágenes tomadas en campo). ....	67
Fig. IV. 49 Individuo de <i>Porites furcata</i> en un sustrato arenoso (imagen tomada en campo). ....	68
Fig. IV. 50 Fig. IV.44. Individuo de <i>Thalassoma bifasciatum</i> (cara de cotorra). ....	70
Fig. IV. 51 Distribución nativa de <i>Thalassoma bifasciatum</i> (cara de cotorra). ....	70
Fig. IV. 52 Individuo de <i>Halichoeres garnoti</i> (labrido cabeza amarilla). ....	71
Fig. IV. 53 Distribución nativa de <i>Halichoeres garnoti</i> (labrido cabeza amarilla). ....	71
Fig. IV. 54 Abundancia íctica promedio por transecto. ....	73

Fig. IV. 55 Análisis MDS con superposición del clúster a 60% de similitud. ....	75
Fig. IV. 56 Perfil de la plataforma marina y biotopos cerca del Sector Naval de Cozumel, Q.Roo (tomada de Muckelbauer, 1990). ....	77
Fig. IV. 57 Cubrimiento por algas y otros organismos bentónicos de un pilote del muelle Cozumel Cruise Excursions. ....	79
Fig. IV. 58 Seguimiento de ejemplares de tortuga blanca por telemetría (Pawikan, Mayan, Vida y Adele). Rutas tomadas de la página web de Sea Turtle Conservancy. Vida y Mayan fueron marcadas en la playa del hotel Mayan Palace. ....	81
Fig. IV. 59 Seguimiento de ejemplares de tortuga laúd por telemetría (Calypso Blue, Panama Jack, Panama Jackie, Karma y Groove). Rutas tomadas de la página web de Sea Turtle Conservancy. ....	82
Fig. IV. 60 Sitios de avistamiento de tortugas blancas. Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP. ....	83
Fig. IV. 61 Sitios de avistamiento de tortugas caguama. Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP. ....	83
Fig. IV. 62 Sitios de avistamiento de tortugas carey (C). Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP. ....	84
Fig. IV. 63 Sitios de anidación y campamentos tortugeros en el estado de Quintana Roo. En Cozumel la mayor cantidad de nidos es de tortuga blanca. ....	85
Fig. IV. 64 Avistamientos de ejemplares de los delfines <i>Stenella attenuata</i> , <i>Tursiops truncatus</i> , <i>Stenella frontalis</i> y <i>Stenella clymene</i> . Los datos fueron obtenidos de la base de datos SWOT-OBIS SEAMAP, a quien fueron proporcionados por GVI Mexico Coral Reef Monitorin. ....	86
Fig. IV. 65 Calidad del agua subterránea del acuífero de Cozumel. ....	89
Fig. IV. 66 Sección del acuífero de la isla de Cozumel mediante la realización de 5 sondeos. ....	90
Fig. IV. 67 Cenote identificado dentro del SAR y la distancia que guarda con respecto al proyecto. ....	92
Fig. IV. 68 Estructura de un ecosistema y funcionamiento (Naeem et al., 2012). ....	93
Fig. IV. 69 Crecimiento espacial de la ciudad de Cozumel de 1960 a 2010 (Trejo, 2014). ....	96
Fig. IV. 70 Distribución de manglar en la Isla de Cozumel (CONABIO 2015). ....	97
Fig. IV. 71 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI 2016). ....	99
Fig. IV. 72 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (CONABIO 2015). ....	100
Fig. IV. 73 Índices de diversidad calculada por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	104
Fig. IV. 74 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto. ....	107
Fig. IV. 75 Distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto para caracterización de flora. ....	108
Fig. IV. 76 Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono. ....	111
Fig. IV. 77 Crecimiento de individuos de manglar posterior al 2006 en el área del proyecto (Fuente Google Earth) ....	114
Fig. IV. 78 Mediciones de diámetros y altura en individuos de manglar. ....	115
Fig. IV. 79 Distribución espacial de <i>Thrinax radiata</i> (Enciclovida CONABIO). ....	117
Fig. IV. 80 Registro de especies por clases reportadas bibliográficamente en el SAR. ....	118
Fig. IV. 81 Distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto para la caracterización de fauna. ....	122
Fig. IV. 82 Distribución espacial de <i>Boa constrictor</i> (Fuente Enciclovida CONABIO). ....	128
Fig. IV. 83 Distribución espacial de <i>Sceloporus cozumelae</i> (Fuente Enciclovida CONABIO). ....	129
Fig. IV. 84 Distribución espacial de <i>Patagioenas leucocephala</i> (Fuente Enciclovida CONABIO). ....	129
Fig. IV. 85 Distribución espacial de <i>Sternula antillarum</i> (Fuente Enciclovida CONABIO). ....	130
Fig. IV. 86 Tipos de degradación de suelos en el SAR terrestre. ....	132
Fig. IV. 87 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo. ....	133
Fig. IV. 88 Componentes y procesos determinantes de la Biodiversidad en el medio marino del SAR. ....	135
Fig. IV. 89 Línea de costa del 2003 en el área comprendida en el SAR Marino. ....	137

Fig. IV. 90 Líneas de costa de los años 2012 (izquierda) y 2016 (derecha) en el área comprendida en el SAR Marino. .... 138

Fig. IV. 91 Evolución de la línea de costa en el periodo de 2003-2016 en el área donde se ubicará el proyecto. .... 139

Fig. IV. 92 Ubicación del cenote Caletita, y distancia con respecto al proyecto. .... 141

Fig. IV. 93 Crecimiento del área urbana Cozumel, Quintana Roo ..... 144

Fig. IV. 94 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo. .... 145

Fig. IV. 95 Principales ecosistemas presentes en el SAR. .... 146

Tabla IV. 1 Especies identificadas mediante trabajo de campo. .... 51

Tabla IV. 2 Conformación de grupos semejantes en prueba a posteriori. .... 59

Tabla IV. 3 Especies ícticas en NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 72

Tabla IV. 4 Resultados de la riqueza íctica por transecto. .... 74

Tabla IV. 5 Resultados análisis de correlación de Spearman. .... 76

Tabla IV. 6 Superficies de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR (CONABIO 2015). .... 100

Tabla IV. 7 Listado de especies terrestres de flora reportadas bibliográficamente en el SAR. .... 101

Tabla IV. 8 Especies de flora registradas en el SAR. .... 103

Tabla IV. 9 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el SAR. .... 105

Tabla IV. 10 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del SAR. .... 106

Tabla IV. 11 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del SAR. .... 106

Tabla IV. 12 Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación en la superficie de proyecto, incluyendo su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. .... 108

Tabla IV. 13 Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono. .... 110

Tabla IV. 14 Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono. .... 111

Tabla IV. 15 Concentrado de especies identificadas en los muestreos realizados en la superficie de polígono, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. .... 112

Tabla IV. 16 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la superficie del proyecto. .... 113

Tabla IV. 17 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la superficie del proyecto. .... 114

Tabla IV. 18 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Anfibios). .... 119

Tabla IV. 19 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Reptiles). .... 119

Tabla IV. 20 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Mamíferos). .... 120

Tabla IV. 21 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Aves). .... 120

Tabla IV. 22 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Anfibios). .... 123

Tabla IV. 23 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Reptiles). .... 123

Tabla IV. 24 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Mamíferos). .... 124

Tabla IV. 25 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Aves). .... 124

Tabla IV. 26 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la superficie del SAR. .... 127

## **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

### **IV.1. Introducción**

Con el fin de obtener una descripción coherente y provisoria que refleje las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional (SAR), así como sus tendencias de desarrollo y deterioro, tal y como lo establece el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en su artículo 13, fracción IV, en este capítulo, se abordarán e identificarán los diferentes procesos ambientales que definen y determinan las condiciones naturales del área. El análisis se inicia con un enfoque regional, para posteriormente presentarlo a los niveles del Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto (AP).

Dentro del capítulo se presenta el análisis de los diferentes elementos y procesos ambientales, sociales y económicos con los que pueda interactuar o incidir el desarrollo del proyecto. Con esta información es posible elaborar el diagnóstico ambiental del SAR, el cual es la base para la identificación de los impactos ambientales que pueda ocasionar el proyecto, así como para la formulación de estrategias, medidas y programas de mitigación y compensación que atiendan de manera certera dichos impactos.

Mediante el siguiente diagrama se muestra el enfoque, concepción y desarrollo del presente capítulo.

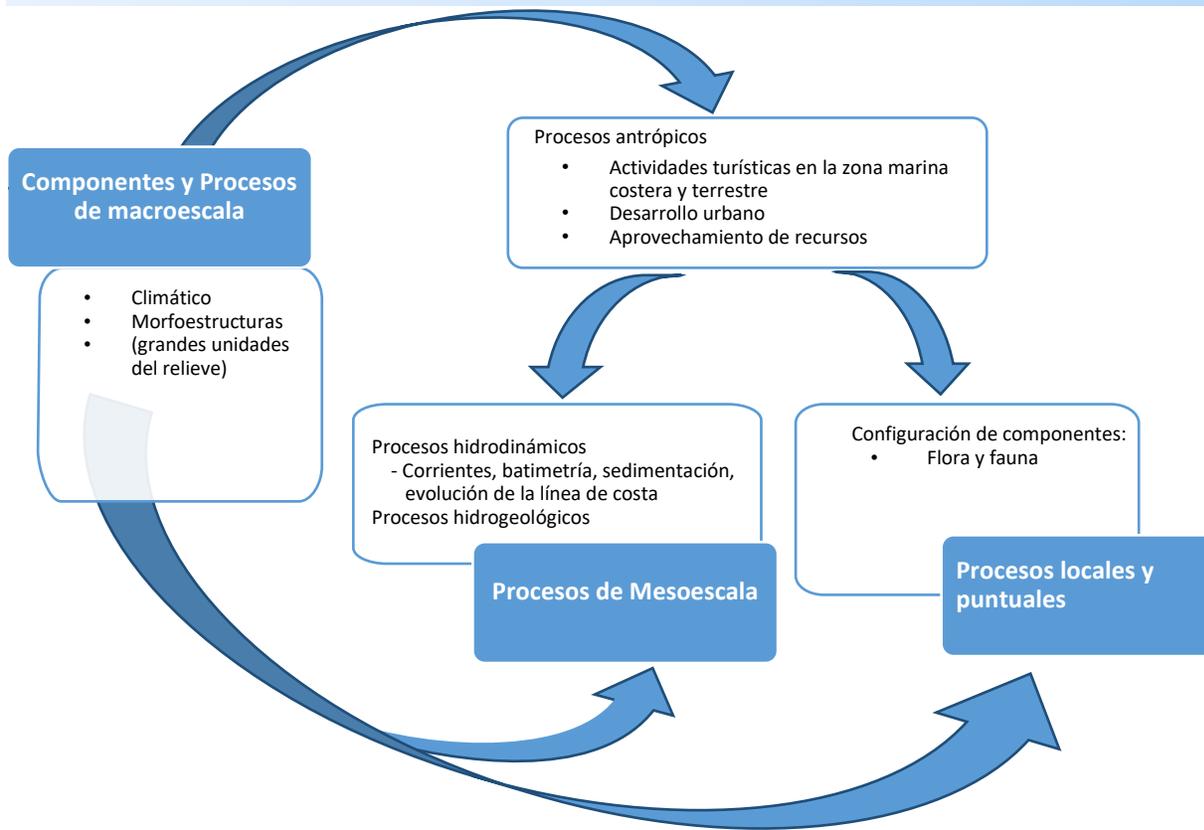


Fig. IV. 1 Diagrama del desarrollo, enfoque y concepción del Capítulo IV.

## IV.2. Características Generales de la Isla de Cozumel

La isla de Cozumel ubicada en las costas de Quintana Roo (ver la siguiente figura), pertenece a la porción norte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el cual se extiende desde Cabo Catoche hasta el norte de Honduras. En lo que respecta a la porción mexicana del SAM, los arrecifes son de tipo franja y están deteriorados debido al impacto de los huracanes, el blanqueamiento por las altas temperaturas, el turismo y la pesca excesiva (García-Salgado et al., 2008).

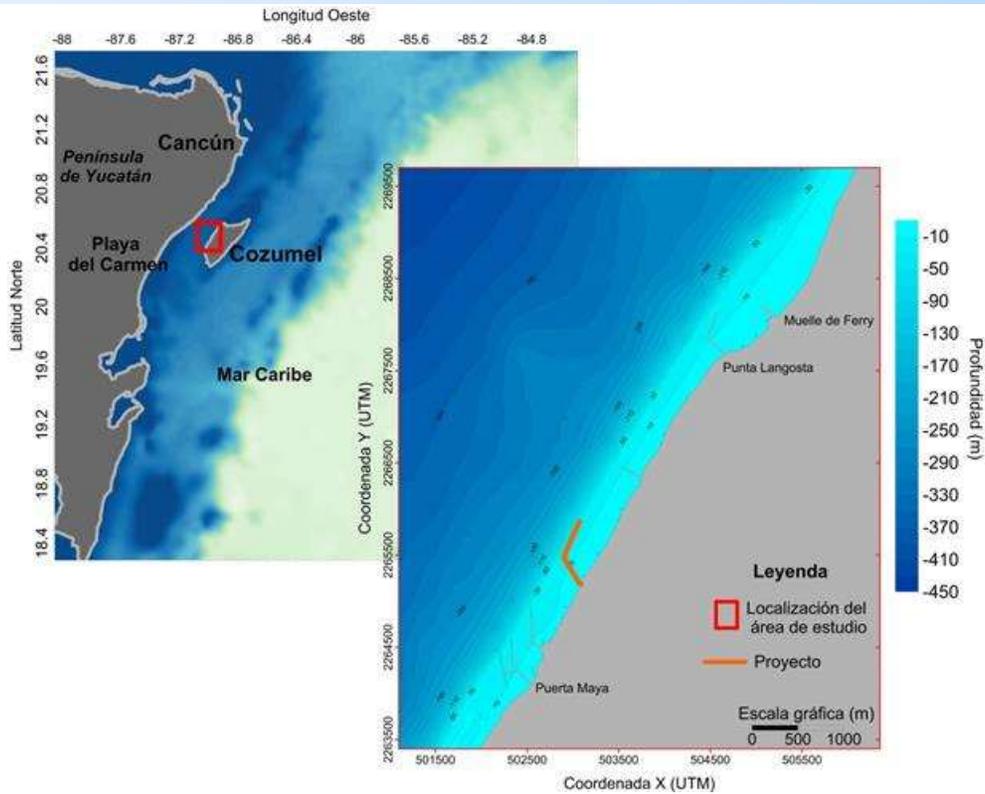


Fig. IV. 2 Localización de la isla de Cozumel y del sitio donde incidirá el proyecto.

Por otro lado, además de los arrecifes de coral situados en algunas partes de las costas de la Isla de Cozumel, se tienen otros componentes que resaltan por su importancia como son las praderas de pastos marinos y las zonas de manglares. Estos componentes de manera conjunta, además de generar una diversidad de ambientes naturales, forman parte esencial del flujo de energía para el establecimiento y desarrollo de una gran diversidad de especies.

Mediante la siguiente imagen, se presenta un perfil general y regional de cómo es la interacción de los principales componentes en la zona costera y marina de la Isla de Cozumel.

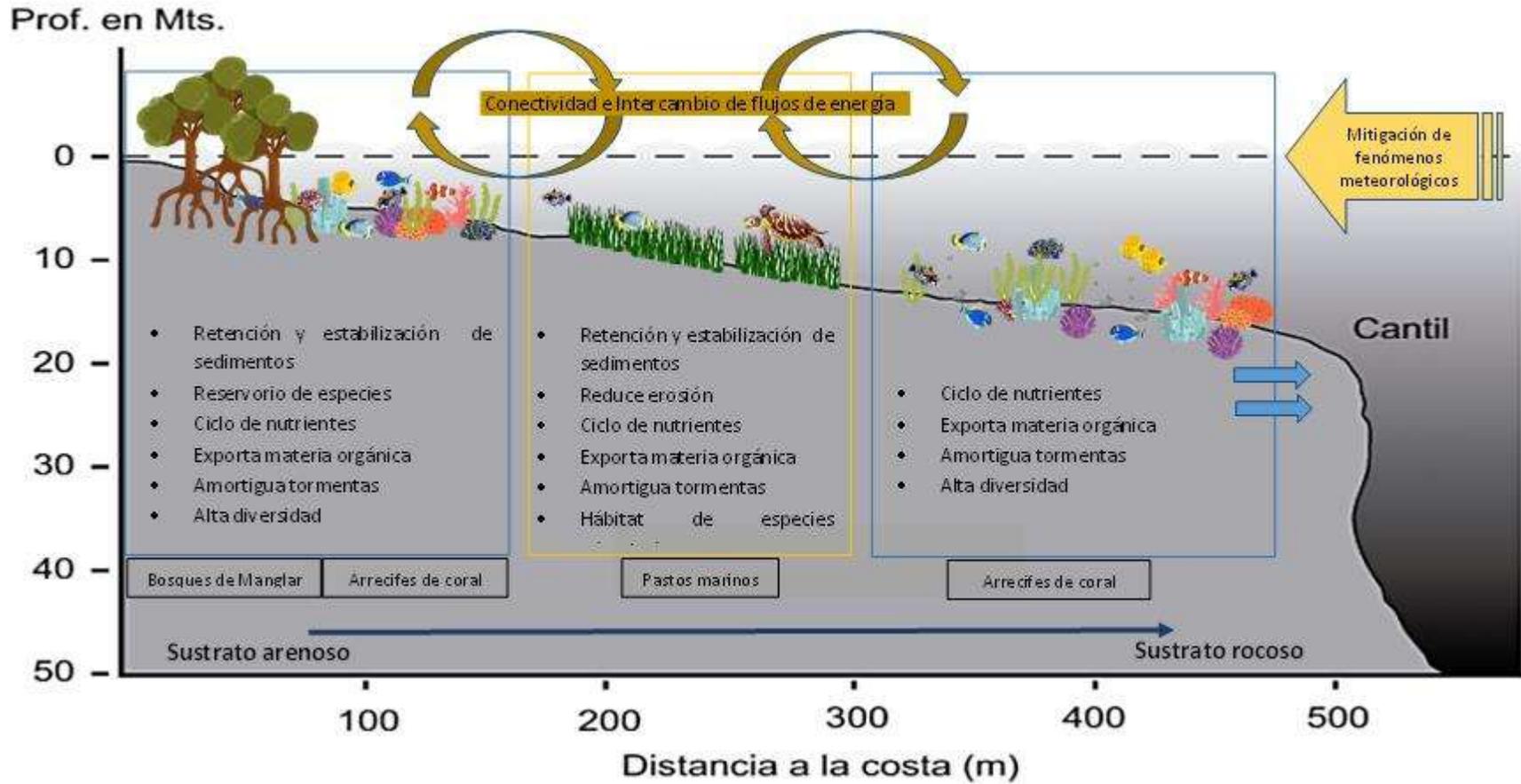


Fig. IV. 3 Esquema de los ecosistemas representativos para el Caribe Mexicano y su conectividad (Elaboración propia).

Es importante mencionar, que la distribución espacio - temporal de los distintos componentes ambientales (bióticos y abióticos), está determinada por una serie de procesos naturales, así como en algunos casos, incididos por procesos antrópicos que ocurren en la Isla.

Considerando lo anterior, es necesaria la identificación de aquellos procesos ambientales de mayor relevancia, siendo estos, los que definen, dan soporte y estructura a los componentes ambientales a través de los flujos e intercambio de energía, materia e información.

En este sentido, mediante la siguiente figura se presentan de manera general los principales procesos que determinan las condiciones de los hábitats costeros.



Fig. IV. 4 Procesos ambientales en zonas costeras.

Considerando lo anterior, a continuación, se hace una breve descripción de los componentes que forman parte de los principales procesos en la isla de Cozumel.

La isla de Cozumel cuenta con un área aproximada de 473 km<sup>2</sup> y su elevación más alta es alrededor de 10 msnm. Los niveles de precipitación oscilan entre 1,000 y 1,400 mm anuales, concentrándose en el período que va de mayo a octubre, con máximos en junio y septiembre, y una disminución relativa importante, llamada sequía intra-estival o canícula, en agosto.

La corriente general de vientos que domina son los alisios, por lo que de febrero a septiembre las direcciones dominantes son del este – sureste con velocidad promedio de 15 km/h, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/h; cuando se presentan depresiones atmosféricas tropicales el viento alcanza de 80 a 90 Km/h y más de 120 km/h cuando ocurren huracanes. Durante el invierno, se presentan vientos del norte menos intensos que los del verano y acompañados con lluvias moderadas y baja temperatura.

Geológicamente, la isla de Cozumel es considerada parte de la placa conformada por la Península de Yucatán (Pacheco y Vega, 2008: 34), se le calcula una antigüedad de 15 mil millones de años, considerándose que emergió del fondo del mar en la Era Terciaria, con suelos formados por roca caliza, sin recursos minerales y con sedimentos marinos que presentan fósiles (moluscos) incrustados en las piedras (Richards, 1937, citado por Pacheco y Vega, 2008).

Los agentes de cambio o también denominados perturbadores que tienen una mayor incidencia en la isla de Cozumel, son los de origen hidrometeorológicos, tales como los ciclones tropicales. Por su localización, la Isla de Cozumel presenta una recurrencia anual de huracanes; aunque estos eventos son de carácter errático, comúnmente se presentan varios huracanes anualmente. Dentro del anexo denominado “Versión extensa del apartado abiótico” se incluyen las trayectorias de los huracanes que han incidido en la isla de Cozumel. Los huracanes o ciclones pueden modificar en otros elementos el perfil de las playas, la distribución y supervivencia de los organismos vivos,

En lo que respecta al funcionamiento hidrológico, la condición kárstica de las calizas de la isla de Cozumel ha determinado, por un lado, la ausencia de cauces de agua superficial y, por el otro, la formación de un cuerpo subterráneo de agua dulce que yace sobre las aguas saladas marinas, de mayor densidad.

Una de las problemáticas regionales dentro de la isla de Cozumel, es la fragilidad del acuífero lo cual está dada por la delgada capa de agua dulce, ya que la disminución en el grosor de esa capa por su excesiva explotación genera un incremento en la salinidad como consecuencia de la intrusión de agua de mar; así mismo la superficialidad a la que se encuentra y el bajo espesor de la lente de agua dulce, lo conforma como un componente altamente susceptible a

la contaminación. Lo anterior, permite aseverar **que el acuífero dulce subterráneo es un componente crítico y la forma en que ocurre su recarga y ocurre la explotación del mismo son procesos relevantes para el funcionamiento del sistema socio-ambiental, ya que es la única fuente de agua dulce y la cual es fundamental para el desarrollo de los ecosistemas de selva y manglar, así como para la permanencia del hombre y sus actividades económicas.**

Dentro del medio marino, en las aguas tropicales del Mar Caribe la temperatura media es de 27.0° C y a lo largo del año varía no más de 3.0° C. La salinidad es más alta de enero a mayo y la más baja desde junio hasta diciembre como consecuencia de la ocurrencia de la precipitación pluvial en esta temporada.

Hay una corriente marina principal que pasa a través de las Antillas Menores, de Puerto Rico y la República Dominicana hacia el estrecho entre la Península de Yucatán y Cuba para entrar en el Golfo de México. Otras corrientes importantes son el giro entre Nicaragua y Colombia, la corriente en el Golfo de México y la corriente que sale del Golfo que pasa por el Estrecho de la Florida (Carrillo *et al.*, 2016).

Ahora bien, **el principal agente forzante de la hidrodinámica en el canal de Cozumel es la corriente de Yucatán.** La dirección de la corriente de Yucatán varía de noreste a noroeste, esta corriente no presenta inversiones y es controlada por la topografía de la zona (Maul 1977). La variabilidad del flujo juega un papel importante en la caracterización de la corriente de Yucatán. Esta variabilidad ha sido atribuida a remolinos de Mesoescala (componentes oceánicas de baja frecuencia) originados desde el este de la cuenca caribeña, el mar de Caimán y los estrechos en el oeste del Caribe (Athié *et al.*, 2011).

En cuanto al **oleaje**, durante la mayor parte del año los vientos del Este y del Sureste son dominantes en la región, a excepción de la temporada invernal, cuando la dirección de los mismos cambia al N-NO, lo anterior, ocasiona que la costa de barlovento de la isla sea la más expuesta a la energía del oleaje. Por su parte, la costa de sotavento (costa occidental de la isla de Cozumel) está resguardada la mayor parte del año y únicamente se ve afectada durante la temporada de “nortes” (viento del N), siendo el promedio anual de 0.5 a 1.5 m. Por lo anterior,

el oleaje no representa un componente de relevancia en el funcionamiento hidrodinámico del SAR marino, ya que los vientos inciden de forma directa hacia la costa este de la isla.

En la siguiente figura se muestra la hidrodinámica del funcionamiento general de la isla de Cozumel.

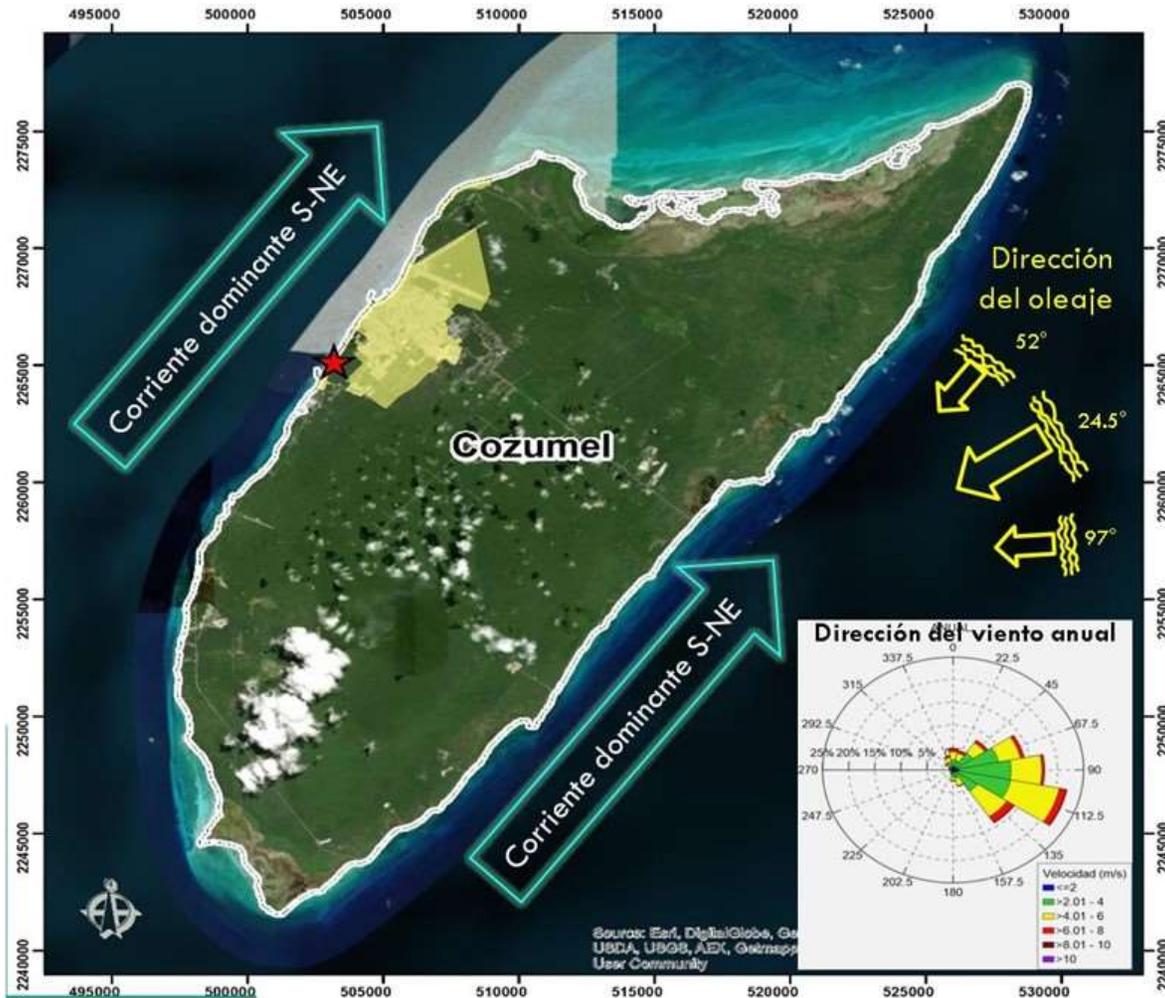


Fig. IV. 5 Hidrodinámica de la Isla de Cozumel.

En cuanto, a las variaciones sedimentológicas que se presentan en la costa se da principalmente por una combinación de diversos factores, como cambios energéticos en las corrientes marinas, el oleaje y la productividad biogénica presente (sistemas arrecifales) en la zona, que a su vez, son modificados por los cambios temporales durante el transcurso del año y que dependen también de la geología del sitio.

En zonas donde no se presenta la protección de la barrera arrecifal, se producen fenómenos de erosión, que afectan la estructura de la playa, con presencia de afloramientos rocosos y la

disminución del ancho de playa, ya que el depósito de material sedimentario es menor (comparado con el de Yucatán) dando como resultado playas más angostas (Nolasco-Moreno & Carranza-Edwards, 1988).

En cuanto al proceso erosivo – acumulativo de las costas de la isla de Cozumel, se identifica por medio del reconocimiento de la dinámica costera a nivel insular, así es posible conocer aquellas áreas donde los procesos de erosión costera son activos (CENAPRED, 2011).

En la isla de Cozumel existen tres tipos de dinámica costera: la acumulación, la erosión y la estable (CENAPRED, 2011).

- La **dinámica de acumulación** se presenta en el norte de la Isla, desde Punta Norte hasta la Laguna Agua grande, y al sur de la isla, desde Palancar hasta Punta Sur (ver la siguiente figura).
- Los **procesos estables** se presentan en tramos de la Costa Occidental y en la Costa Oriental de la isla de Cozumel. Este proceso estable indica un equilibrio entre los procesos acumulativos – erosivos. El proyecto se ubicará en la costa occidente - centro de la isla de Cozumel, que de acuerdo con el CENAPRED (2011) es característica de una zona de dinámica estable, donde se encuentran en equilibrio los procesos acumulativos y erosivos. Los resultados de evolución de la línea de costa se presentan dentro del apartado de procesos ecosistémicos.
- En cuanto a los **procesos erosivos** se presentan en la costa frente a la zona urbana de la localidad de San Miguel Cozumel, así como en algunos tramos de la costa oriental de la isla. Esta erosión está determinada por el tipo de costa rectilínea que no permite el resguardo de sedimentos, por las corrientes dominantes con dirección sur – norte, por la intensidad en los vientos alisios con dirección este – sureste, y porque la plataforma oeste y este de la isla de Cozumel es relativamente estrecha lo que no permite la acumulación de sedimentos principalmente finos.

En el tramo de la costa donde incidirá el proyecto, aunque presenta una plataforma relativamente estrecha y rectilínea, la presencia de la costa rocosa permite una estabilidad

en la línea de costa, ya que el proceso erosivo que ocasionan las corrientes y oleaje es de baja intensidad debido a la resistencia de las mismas rocas.

Ahora bien, en la costa frente a la zona urbana de Cozumel, anteriormente se presentaban procesos erosivos por la ocurrencia de mareas, en una franja promedio de aproximadamente 3 m de ancho. Sin embargo, hace más de 70 años se construyó el Malecón de la isla con un ancho de 14 metros, estructura que actualmente impide que la erosión represente un riesgo para la población de Cozumel, razón por la cual frente a la zona urbana de Cozumel el riesgo por erosión es bajo (CENAPRED, 2011).

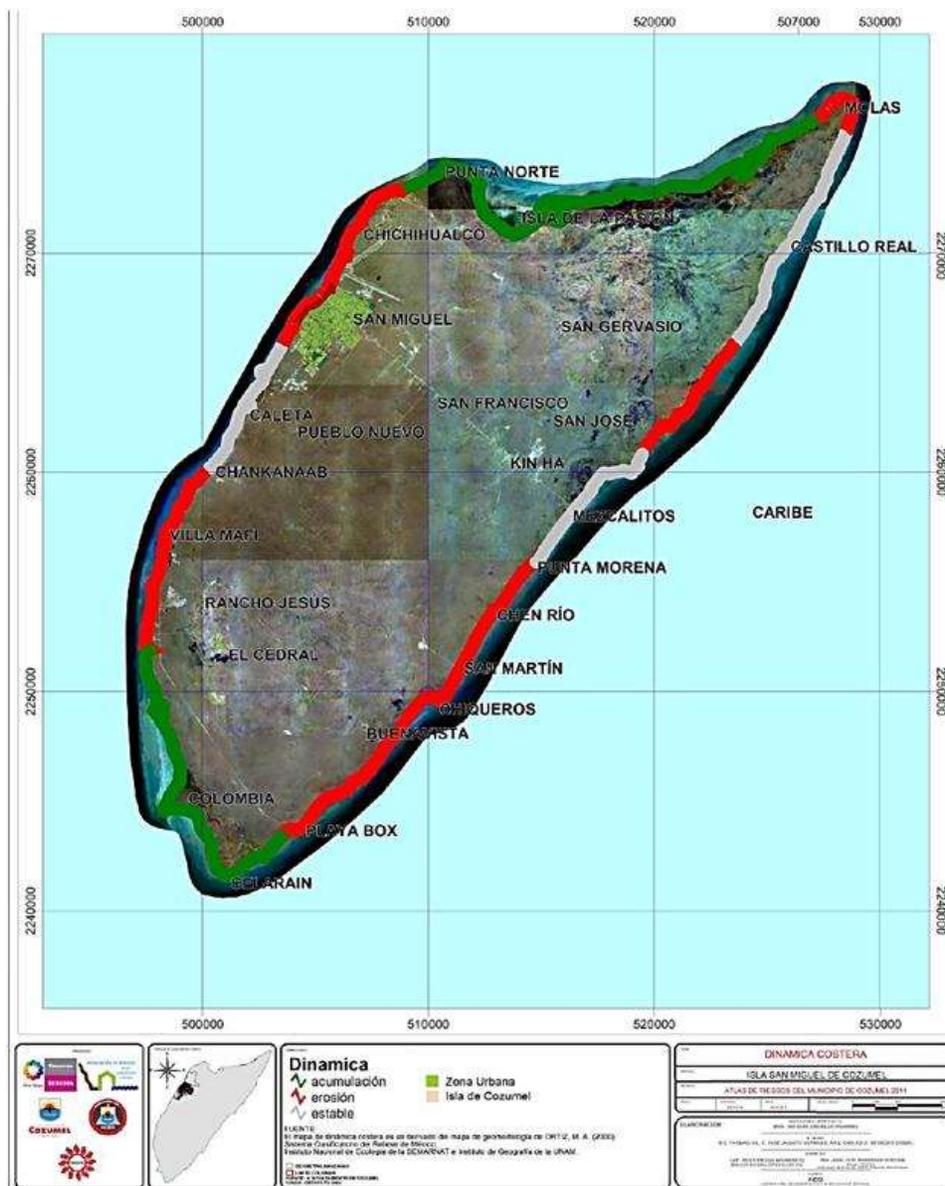


Fig. IV. 6 Dinámica costera en la isla de Cozumel.  
Fuente: Retomado de CENAPRED (2011).

En lo que refiere a los componentes bióticos en la zona marina, se tienen las algas, las cuales son importantes en los sistemas acuáticos, ya que algunas son claves para la formación de sedimentos, además de que son indicadores del estado de salud del sistema arrecifal (Espinoza-Ávalos & Cetz-Navarro, 2011). Por otro lado, los pastos marinos son importantes por la producción directa o indirecta de alimento, por ser sustrato para especies epífitas, además de contribuir a la recirculación de nutrientes y a la estabilización de los sedimentos (SEMARNAT, 2016). Ambos grupos son la base de la cadena trófica y son utilizados como zonas de refugio y crianza de diversos animales (Espinoza-Ávalos & Cetz-Navarro, 2011).

Respecto a las esponjas, resultan ser de gran importancia para mantener la transparencia y calidad del agua, ya que sirven como refugio de diversos organismos y funcionan como filtradores (Gómez, 2002; SEMARNAT, 2016). Cabe mencionar, que se tiene el registro de especies de esponjas que inhiben el crecimiento de pólipos, así como liberan ácido que degradan el esqueleto de carbono de algunos corales (Porter & Targett, 1988). En cuanto a los corales escleractinios o duros, tienen gran relevancia ya que son la base de los arrecifes de coral (Sheppard et al., 2011).

Referente a los ecosistemas de manglar, se tiene que son humedales costeros con una extraordinaria importancia ecológica y económica. Están clasificados como uno de los ecosistemas más productivos del planeta, ya que brindan una gran variedad de servicios ambientales; al ser zonas de alimentación, producción de nutrientes y refugio de crustáceos y peces, al grado tal, que sostienen gran parte de la producción pesquera. Por otro lado, y no menos importante, los ecosistemas de manglar además de representar una barrera natural que brinda protección a las costas y reducir los riesgos de inundaciones, son ecosistemas en donde se tiene un elevado intercambio de materia y energía, así como una alta diversidad de especies, incluyendo residentes y migratorias.

Su distribución geográfica coincide con las regiones tropicales y subtropicales de nuestro planeta, tal es el caso de la zona del Caribe Mexicano, específicamente la Isla de Cozumel. Para México se tiene el registro de 4 especies de mangle: *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

En lo que refiere a los arrecifes y manglares estos son una barrera natural de protección de costas, mitigan los efectos de fenómenos meteorológicos como los huracanes y promueven una serie de procesos ambientales mediante el flujo e intercambio de energía. Se consideran ecosistemas altamente productivos y de gran riqueza biológica, refugio de especies y atractivo turístico. Su desarrollo depende de condiciones de profundidad, temperatura, transparencia y calidad del agua.

### IV.3. Características del área de referencia

Como se refirió en apartados anteriores, la isla de Cozumel presenta condiciones que son características de la zona del Caribe, como son la intensidad y dirección de las corrientes, temperatura, precipitación, calidad del agua, en algunas áreas sistemas arrecifales, pastos marinos y una alta diversidad. Sin embargo, es importante aclarar, que dentro de la misma isla se pueden identificar distintos procesos, mismos que determinan la presencia de componentes ambientales, como son la flora y la fauna.

Para analizar los procesos que determinan la distribución espacio – temporal de las áreas con mayor biodiversidad, con respecto a las áreas de menor relevancia ambiental en la isla de Cozumel, es preciso identificar primeramente una regionalización entre las áreas conservadas y las antropizadas a lo largo de la costa de la isla de Cozumel, para ello se identificaron las Áreas Naturales Protegidas que bordean prácticamente toda la costa de la isla de Cozumel, a excepción del frente costero occidental de la localidad de San Miguel de Cozumel y sus inmediaciones donde se localiza la infraestructura portuaria de muelles y que es precisamente donde se ubicará el proyecto. Esta característica define dos grandes unidades de paisaje en la zona costera de la isla de Cozumel: (1) las áreas conservadas con alto grado de biodiversidad y, (2) las áreas donde se ha desarrollado la infraestructura portuaria y turística de la isla de Cozumel (ver la siguiente figura), las cuáles, debido a la predominancia de sustrato arenoso, la ausencia de aporte de agua dulce y la alta energía de las corrientes, determinan la baja productividad y biodiversidad.

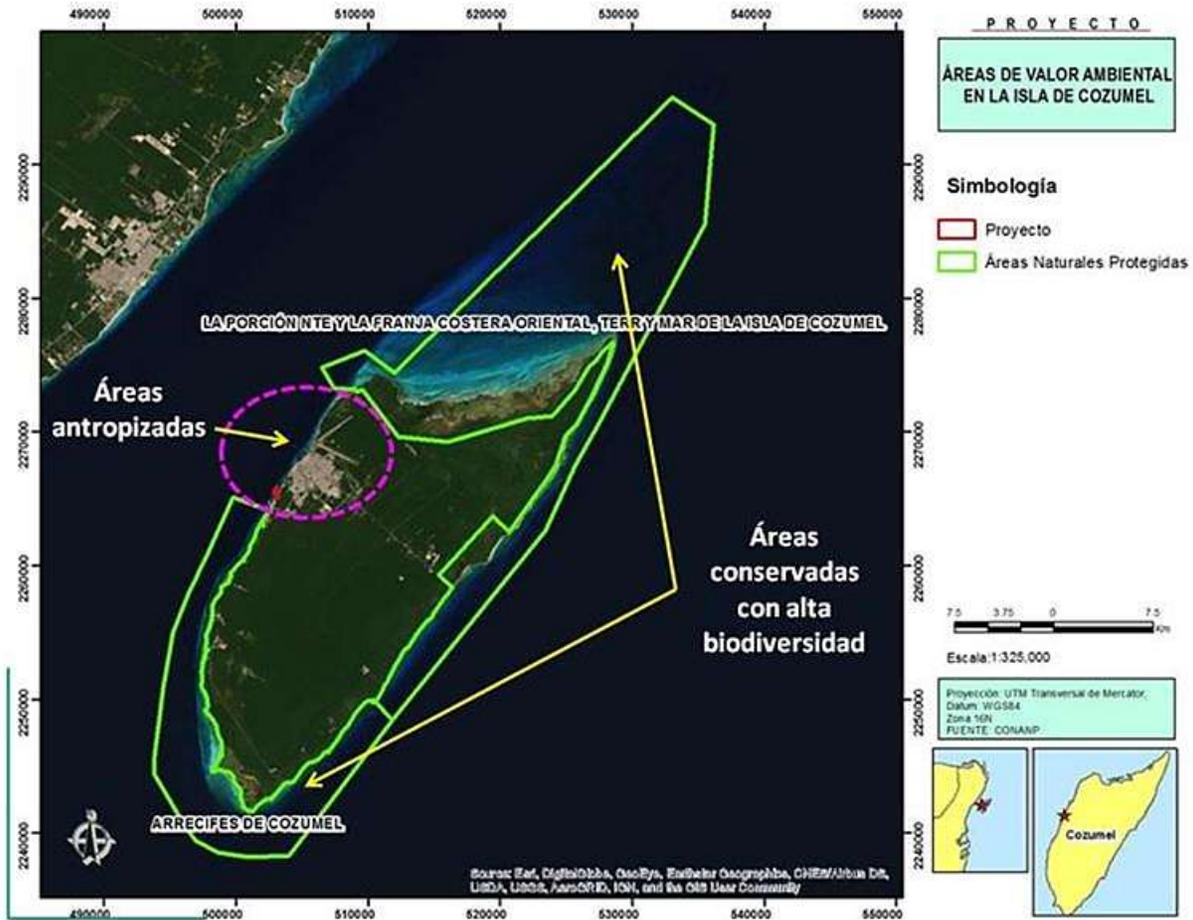


Fig. IV. 7 Áreas de relevancia ambiental dentro del SAR.

El origen y la distribución de los sustratos geológicos en la isla, la geomorfología costera, los procesos hidrodinámicos, como la intensidad y la dirección dominante de las corrientes, y la presencia de barreras arrecifales son condiciones que en conjunto determinan la evolución de la línea de costa (erosión, depositación y/o estabilidad de los sedimentos), así como la distribución espacio – temporal de organismos o comunidades de flora y fauna. Los procesos antes mencionados generan una diferenciación de ambientes con diferente relevancia. **Hacia los extremos norte y sur de la isla se encuentran las Áreas Naturales Protegidas que contienen los ecosistemas con mayor biodiversidad; hacia la porción central de la costa oeste de la isla hay zonas con menor biodiversidad, siendo esta zona donde se ubicará el proyecto.**

Hacia el sur de la isla de Cozumel se tienen sedimentos lacustres que abarca desde Palancar hasta Punta Celarían, y que junto con condiciones hidrodinámicas permiten el desarrollo de zonas de manglares y lagunares. En la zona norte de la isla también se encuentran sedimentos

lacustres, y abarca desde la Isla de la Pasión hasta Aguada Grande. Los sedimentos litorales se presentan en la costa oriental de la isla desde Punta Morena hasta los humedales de Mezcalitos. También se observa desde Punta Arrecifes hasta Punta Molas, y corresponde a los sitios con mayor sedimentación en la isla. Y el material de calizas se localiza en la costa occidental, en la parte central de la isla.

El terreno superficial en los litorales, así como en diversas partes del interior de la isla de Cozumel está constituido por afloramientos del Pleistoceno superior. No se descarta el afloramiento de estratos más antiguos. Sin embargo, como la transgresión holocénica nunca rebasó el nivel del mar actual, sólo en áreas donde la elevación del sustrato sea menor que el nivel actual del mar puede haber habido deposición y acumulación de sedimentos, lo que probablemente sucedió particularmente en las zonas arrecifales dentro del ANP Arrecifes de Cozumel, condición que permitió un mayor desarrollo de comunidades en esta área de valor ambiental y condición que no ocurre en las costas donde incidirá el proyecto.

La característica más notoria de la geomorfología costera de la isla de Cozumel, es la presencia de una corta plataforma insular en el margen occidental, que termina entre 20 y 30 m de profundidad, dando lugar al talud insular que se precipita a una pendiente cercana a la vertical, hasta profundidades mayores de 400 m. El origen de esta terraza, que constituye una plataforma insular, no ha sido determinado, pero es muy probable que corresponda a una terraza de erosión, muy comunes en todo el Caribe y que fueron formadas por exposición alternada a ambientes submarinos y subaéreos durante las transgresiones marinas del Pleistoceno (Loga, 1969; Jordán, 1988).

Sobre el borde de esta terraza submarina, en la porción sur y a sotavento de la isla, dentro del ANP Arrecifes de Cozumel, se encuentra una serie de formaciones arrecifales que, siguiendo el contorno del borde, forman una especie de parapeto arrecifal sobre un talud insular y que constituyen los arrecifes profundos de Cozumel. Estas formaciones arrecifales son discontinuas y están integradas por numerosas estructuras más o menos aisladas entre sí, de dimensión variable y que en conjunto se extienden por más de 9 km, siempre sobre el borde de la plataforma insular en la porción suroeste de la isla.

En cuanto a las condiciones hidrodinámicas, uno de los principales procesos que determinan el funcionamiento del medio costero – marino de la isla, incluyendo sitio donde se ubicará el proyecto, es la corriente de Yucatán.

De acuerdo con Chávez et al (2003) la velocidad promedio de la corriente en el canal de Cozumel es aproximadamente 0.74 m/s y la profundidad promedio es entre 75 y 195 m. La velocidad superficial promedio es de 1.1 m/s a 30 m de profundidad. A pesar de las dimensiones relativamente pequeñas del canal de Cozumel en comparación con el canal de Yucatán, el flujo que pasa por este canal es de importancia debido a que forma parte de la corriente de Yucatán. Además, la corriente de Yucatán se intensifica una vez que cruza el canal de Cozumel, lo que sugiere que la isla de Cozumel juega un papel importante en el desarrollo de esta corriente (Centurioni & Niiler, 2003; Cetina *et al.*, 2006). **La circulación en el canal de Cozumel tiene una dirección dominante hacia el noreste prácticamente durante todo el año** (dentro del informe marino que se incluye en los anexos, es posible observar el comportamiento de la dirección de las corrientes regionales a lo largo del año).

El origen geológico del sustrato, la intensidad y dirección de la corriente dominante hacia el noreste, la morfología de las costas rectilíneas ya sea de tipo rocosa o arenosa y la presencia o ausencia de terrazas en la plataforma continental, son factores determinantes en los procesos de erosión y acumulación a lo largo de la costa occidental de la isla de Cozumel, así como en la distribución de la flora y fauna marina.

Así se tiene que, hacia las costas norte y sur de la isla, predominan los procesos acumulativos de material, mientras que en las costas occidental y oriental predomina la erosión, aunque hay algunos tramos que tiene un equilibrio entre el depósito y erosión de material (es decir que los procesos de entrada y salida de sedimentos presentan magnitudes similares). **En el área del proyecto** y conforme al CENAPRED (2011), los procesos dominantes son de equilibrio. Este estado de equilibrio se confirma con los análisis de evolución de la línea de costa frente al área del proyecto, cuyos resultados se muestran más adelante en el apartado del Medio Marino.

Lo antes mencionado, se refleja en diferencias importantes entre la costa donde se ubicará el área del proyecto y la costa donde se localizan las Áreas Naturales Protegidas.

En lo que respecta a los componentes bióticos en la costa oeste de la isla, se diferencian dos tipos de áreas por su riqueza biológica. Las áreas de mayor biodiversidad se presentan en las costas suroeste y noroeste de la isla y que corresponden las Áreas Naturales Protegidas, y la de menor biodiversidad se encuentra en la parte central de la costa Oeste. En la siguiente figura se muestran dichas áreas.

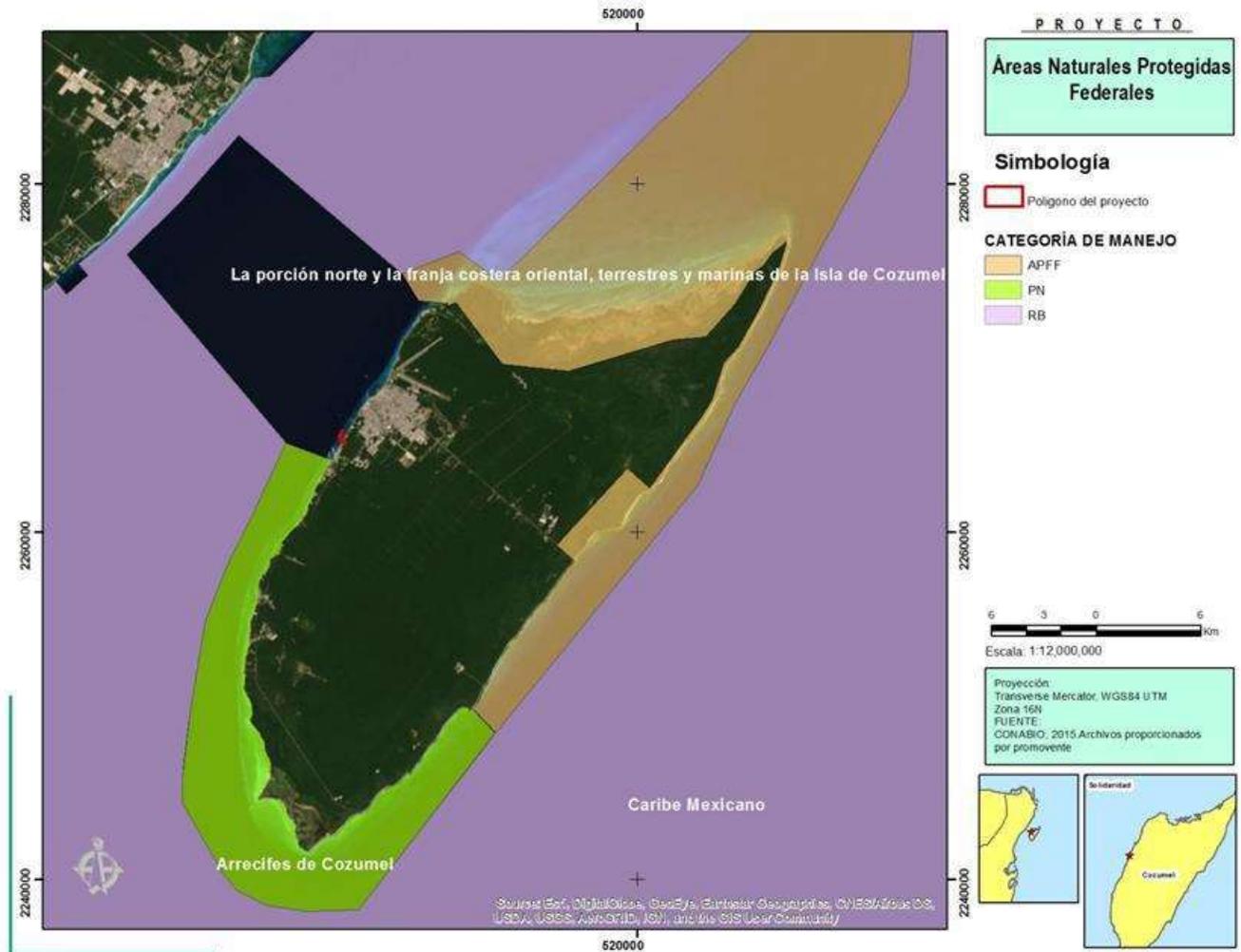


Fig. IV. 8 Áreas Naturales Protegidas Federales en Cozumel.

Las ANP's presentan una alta biodiversidad, debido al aporte de agua dulce que conforma sistemas estuarinos en los que prospera el manglar, la presencia de sustrato rocoso, transparencia alta y un aporte de nutrientes adecuados que ha permitido el desarrollo de arrecifes coralinos y otras áreas con alta cobertura de praderas marinas que preferentemente se distribuyen en aguas poco turbulentas. Cada especie de pasto marino se distribuye en función de sus requerimientos a las condiciones ambientales tales como: la

penetración de la luz solar, temperatura, salinidad, sustrato, oleaje, corrientes, concentración de nutrientes y disponibilidad de semillas. Estas comunidades generan condiciones y procesos específicos que promueven el desarrollo y establecimiento de especies de relevancia ecológica y carismáticas, como son tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Caretta caretta* y *Eretmochelys imbricata*), peces de arrecife de coral, delfines (*Tursiops truncatus*, *Stenella* sp.), y algunos peces cartilagosos como el tiburón y la raya (*Galeocerdo cuvier*, *Carcharinus limbatus*, *Sphyrna* spp. y *Dasyatis americana*). Cabe mencionar, que dicha diversidad se compone de especies tanto residentes como migratorias, así como algunas con categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SIMEC; CONANP; SEMARNAT, 2010).

Sin embargo, la comunidad arrecifal, de acuerdo con lo planteado por la CONANP, se encuentra bajo una presión fuerte debido a una excesiva actividad turística y la falta de cuidado durante las actividades de buceo y snorkel, además de contaminación con aguas residuales que incrementa la concentración de nutrientes. Las primeras generan daños físicos al arrecife al remover el sustrato arenoso que repercute sobre los individuos de coral; el incremento de nutrientes genera un crecimiento del fitoplancton lo que reduce la llegada de luz a los corales<sup>1</sup>.

Hay cuestionamientos importantes sobre los efectos de la actividad turística sobre los arrecifes. En la siguiente figura se presenta de manera gráfica lo que organizaciones no-gubernamentales, entre las que destacan: i) la Asociación Civil "Cielo, Tierra y Mar" (Citymar) A.C., la cual indica "que es hora de que se piense en Cozumel y establecer mediante un estudio ya de manera definitiva, cuál es la carga de la actividad humana que puede soportar el destino número uno de cruceros en el continente americano. Cozumel vive de sus bellezas naturales y es lo que atrae al turismo, sino lo cuidamos, perderemos esas bellezas y el turismo"<sup>2</sup>. La Presidenta de la organización comentó que la ampliación del muelle que pretende realizar SSA México

1 Quiroga-García, B.A. 2019. Situación de los Arrecifes de Cozumel. Reporte Técnico CONANP. ([https://issuu.com/arrecifescozumel/docs/situacion\\_de\\_los\\_arrecifes\\_en\\_el\\_pnac.\\_2019](https://issuu.com/arrecifescozumel/docs/situacion_de_los_arrecifes_en_el_pnac._2019))

2 Novedades Quintana Roo (13 de septiembre de 2019). "Rechazan ampliación del muelle SSA México en Cozumel". Disponible en: <https://sipse.com/novedades/semarnat-rechazo-ampliacion-muelle-ssa-mexico-cozumel-ambientalistas-344288.html> consultado por última vez el 20 de enero de 2020.

en Cozumel no está justificada, debido a que con los muelles existentes hay espacio suficiente para la demanda turística. Además, sostiene que la afectación ecológica que esto traería sería muy grave para la zona arrecifal.<sup>3</sup>

Otra organización, Conservación, Investigación y Manejo Ambiental de Cozumel A. C., sostiene que la ampliación del muelle es económicamente viable, sin embargo, considera que se deja de lado la cuestión social y la parte ecológica sobre todo por el llamado Síndrome Blanco<sup>4</sup>. De la oficina de la Dirección del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel han manifestado sobre los impactos que sufre el arrecife por el desarrollo de las actividades turísticas y han expresado *“Estamos recomendando que no se construya o se hagan obras nuevas. ¿Por qué? Por la presencia de la enfermedad del síndrome blanco, pues es un factor de estrés el que aumenten los visitantes y todo lo que de ello deriva, en la calidad del agua, entre otros factores”*. *“El síndrome blanco ha extinguido más del 30% de los corales que habitan en él. Ello, al parecer a causa del aumento de la presencia de nutrientes por el vertido de aguas residuales, el llamado síndrome blanco”*. *De igual forma advierte que: “Al aumentar el número de cruceristas [...] también subirá el número de visitantes al Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, el cual tiene una capacidad máxima de 2,500 visitantes. Por la alta demanda, esa cifra se suele rebasar y llegar a 3,500 personas por día”*<sup>5</sup>

Sin embargo, si bien estos planteamientos responden a preocupaciones legítimas sobre el bienestar del arrecife, hay que indicar que la construcción del muelle no es realmente lo que detonaría la llegada de más turistas, ya que en la actualidad un porcentaje relevante de los pasajeros de los cruceros es atendido por los denominados tenders y una fracción importante de los visitantes son turistas que están alojados en la Península de Yucatán. Además, el crecimiento turístico es una de las pocas alternativas para el desarrollo socio-económico de

<sup>3</sup> Aguilar, G. (13 de julio de 2019). “Arrecifes contaminados con parásitos”. POR ESTO!. Disponible en: <https://www.poresto.net/2019/07/13/arrecifes-contaminados-con-parasitos/>. consultado por última vez el 20 de enero de 2020.

<sup>4</sup> CANAL 10 COZUMEL [2019-09-16], “Consulta pública por modernización de muelle” Video recuperado de <https://noticias.canal10.tv/nota/policiaco/consulta-publica-por-modernizacion-de-muelle-2019-08-06>

<sup>5</sup> EFE. (12 de agosto de 2019). “Preocupa a ambientalistas la ampliación de un muelle en Cozumel”, *Diario de Yucatán*. Disponible en: <https://www.yucatan.com.mx/mexico/quintana-roo/preocupa-a-ambientalistas-la-ampliacion-de-un-muelle-de-cozumel> consultado por última vez el 20 de enero de 2020.

la región, por lo que es relevante avanzar no solo en la regulación del número de visitantes, sino en el establecimiento de comportamientos distintos de los visitantes a los arrecifes y prestadores de servicios que reduzcan el impacto, como lo plantea el **PLAN DE ACCIÓN DEL SÍNDROME BLANCO**<sup>6</sup> y desarrollar actividades alternativas para el turismo.

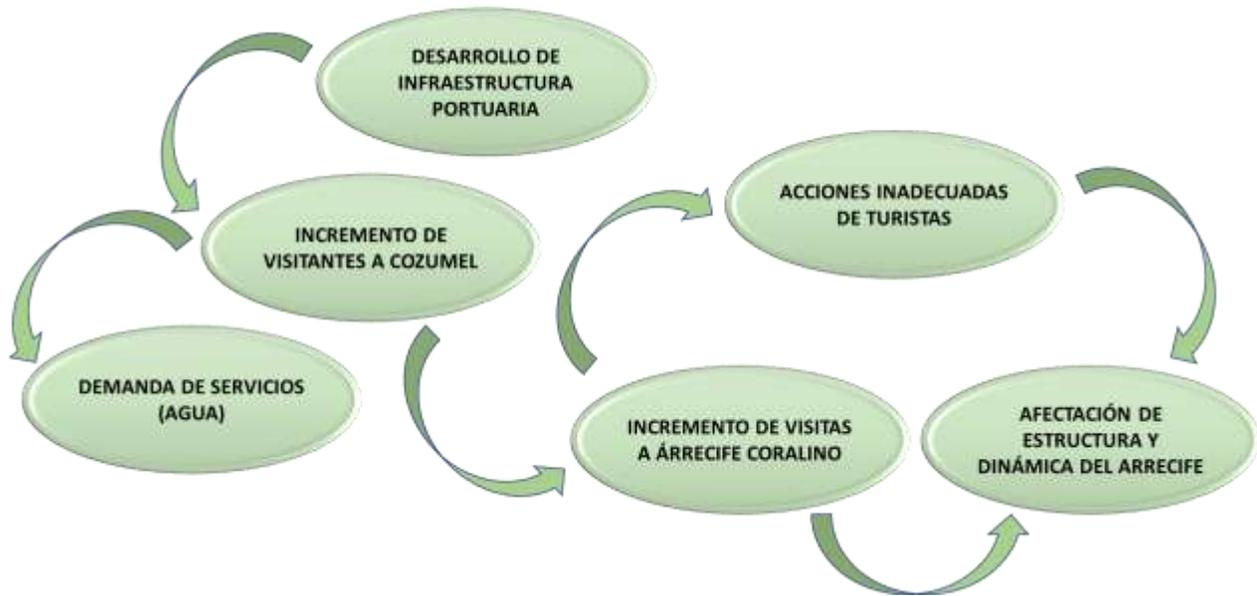


Fig. IV. 9 Esquema general de afectaciones al arrecife por el incremento de actividad turística

Por otro lado, se tiene la parte central de la costa Oeste, donde se pretende el desarrollo del proyecto (como se pudo observar en la imagen de la Fig. IV.8), la cual presenta condiciones naturales menos favorables para el desarrollo de los seres vivos. Es un área donde predomina el sustrato arenoso lo cual en combinación con la alta velocidad de la corriente limita la posibilidad de fijación de organismos. Cabe mencionar, que en las últimas décadas dentro de esta área se han incrementado las actividades antropogénicas independientemente de un aumento o no de infraestructura. En el siguiente apartado se desarrolla de manera puntual y con base a los trabajos de campo las condiciones y procesos correspondientes a esta área.

Cabe mencionar, que los diferentes procesos están determinados en mayor parte por elementos macro y meso estructurales como son la hidrogeología, y la geomorfología, así como la incidencia de eventos meteorológicos.

<sup>6</sup> Plan de Acción del Síndrome Blanco en Arrecifes del Caribe Mexicano, CONANP, México, Proyecto Manejo Integrado “de la Cuenca al Arrecife” de la Ecorregión del Arrecife Mesoamericano – MAR2R / CCAD.

#### IV.4. Delimitación del SAR marino

Una vez identificado que en la costa occidental de la isla de Cozumel (que es donde incidirá el proyecto) existen diferentes regiones ambientales determinadas por los procesos geológicos, geomorfológicos, hidrodinámicos y antrópicos, que a su vez son determinantes en la distribución de la flora y fauna, es que se procedió a identificar las unidades ambientales sobre las cuales puede incidir el proyecto y por lo tanto conforman el Sistema Ambiental Regional Marino (SAR Marino).

En la Guía para Elaboración de la Manifestación de Impacto Regional que publica la SEMARNAT se establece *...”para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual, al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas”*. (<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADas%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/MIA%20Regional/MIA%20Regional.pdf>). Lo anterior implica que se deben considerar las áreas que permitan entender como están conformados los ecosistemas y su dinámica.

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) tiene por objeto establecer el espacio geográfico que ocupan los socio-ecosistemas sobre los cuales se pueden presentar los impactos ambientales del proyecto. Aunque en la práctica es complicado establecer los límites de cada socio-ecosistema, en principio se delimitan considerando los aspectos físicos y bióticos del entorno, pero también los elementos antrópicos ya sea de intervención en el espacio físico o de elementos de planeación para su aprovechamiento y/o conservación. Para cada caso concreto, el empleo de los diferentes elementos naturales o sociales para definir el SAR, depende en primera instancia de la relevancia de cada uno de ellos, pero también de la utilidad de cada uno de ellos para diferenciar las diferentes unidades ambiental o socio-ecosistemas existentes en la región donde se ejecute el proyecto.

Sin embargo, la delimitación del SAR de cualquier proyecto debe ser un proceso iterativo, ya que, conforme se avanza en el conocimiento del área donde se construirá el proyecto y en el entendimiento de los potenciales impactos del proyecto, es necesario verificar si las consideraciones iniciales para establecer los límites del SAR fueron correctas o es necesario modificarlas.

El primer paso para establecer el SAR del muelle, como ocurre en muchos otros proyectos desarrollados en ambientes marinos o acuáticos, fue delimitar las unidades ambientales presentes en la región donde se encuentra el proyecto con base en las características físicas del entorno (ya que es muy difícil apreciar las características bióticas), además de considerar la intervención humana. Así, en la Costa Oeste de la Isla de Cozumel existe una terraza que se extiende hacia mar adentro hasta una profundidad de 20 a 30m y la cual tiene como límite un talud continental que cae abruptamente superando los 400 m de profundidad en el lado occidental (Jordán, 1988). Esta terraza, formada probablemente por la exposición alternada a ambientes subaéreos y submarinos durante las transgresiones marinas del Pleistoceno, se estrecha en los costados occidental y oriental de la isla. Considerando la batimetría, el límite del SAR marino se estableció a una profundidad de 30 m.

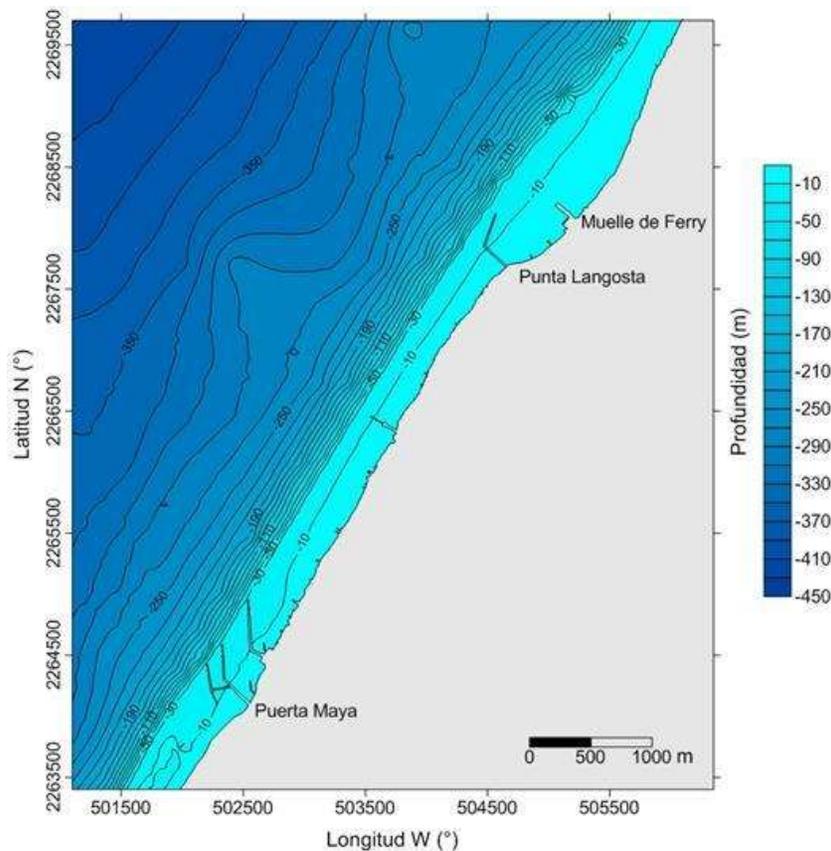


Fig. IV. 10 Batimetría de la porción central de la costa occidental de Cozumel, Q. Roo.

Esta terraza es el área física donde se podrían tener interacciones con el muelle, ya que, al no haber procesos de transformación o manejo de sustancias o productos químicos, los posibles impactos directos se limitarían a la interacción física de las obras con su entorno y debido a

que estas obras (pilotes), con respecto a las dimensiones de la terraza, son puntuales, los impactos esperados se presentarían solo en su entorno inmediato.

En un segundo nivel de análisis, se observó que en la costa oeste se diferencian tres áreas por la intervención humana actual y las regulaciones establecidas para cada una de ellas. Está intervención humana diferenciada se deriva en gran medida de las distintas condiciones bióticas que tienen. Hacia el Sur y Norte de la costa oeste Isla de Cozumel, como se muestra en la siguiente figura, se encuentran Áreas Naturales Protegidas en las que las actividades humanas está restringidas y reguladas con el objeto de conservar la biodiversidad. Hacia la parte central de la costa oeste, se encuentra el área donde se concentra la actividad humana en particular el desarrollo portuario y la infraestructura turística. En esta área no hay instrumentos legales para la protección de recursos naturales debido a que la diversidad y abundancia biótica es menor a lo observado en las áreas ocupadas por las ANP's.

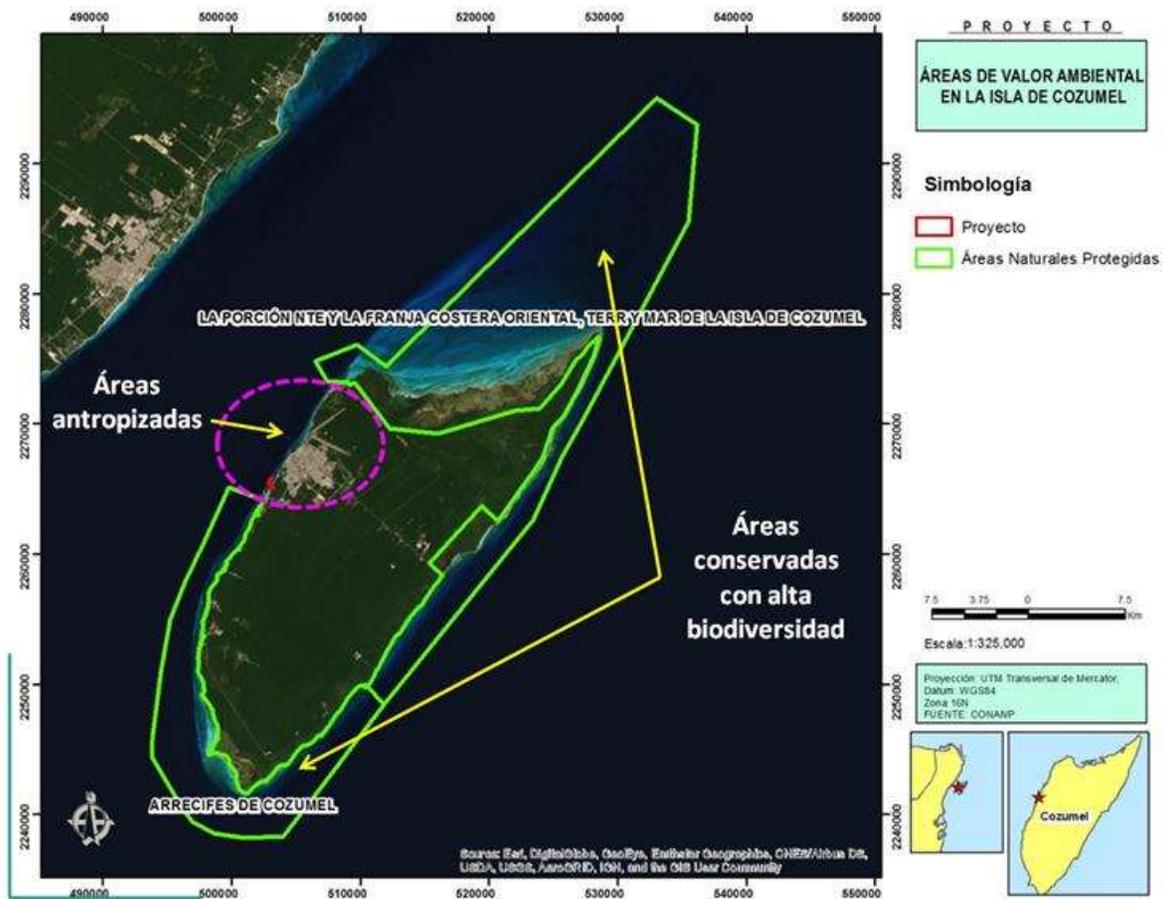


Figura IV.9a- Ubicación de las áreas naturales protegidas en la Isla de Cozumel

En una tercera etapa de análisis, y considerando que las corrientes marinas van de sur a norte, se podría pensar que el proyecto repercutiría hacia la zona norte de la Isla de Cozumel. Sin embargo, al revisar la información bibliográfica se encontraron elementos indicadores de que hasta la fecha los impactos de la construcción y la operación de los muelles que actualmente existen en el área central de la costa oeste, donde se pretende construir el proyecto, solo se han presentado en su entorno inmediato.

El límite del SAR marino hacia el este es la línea de costa. El sitio se caracteriza por ser una costa rocosa baja, en la cual, debido a la resistencia de algunas rocas, se forman caletas rocosas y se reconocen afloramientos de escollos rocosos en la zona intermareal, los cuales están parcialmente sumergidos durante la pleamar, y quedando descubiertos durante bajamar (Ver siguiente figura).



Fig. IV. 11 Fisiografía costa rocosa característica del SAR marino.

En esta zona, es donde se presentan los procesos costeros más importantes que dan lugar al transporte y dinámica litoral forzados por el oleaje y las corrientes.

En una orientación Norte-Sur y considerando lo descrito en párrafos anteriores, los límites del SAR se mantuvieron dentro del área central de la costa que se encuentra fuera de los polígonos de las áreas naturales protegidas. Debido a la predominancia de las corrientes hacia el noreste durante todo el año, no se espera que las obras y actividades del proyecto tengan influencia alguna hacia el sur, por lo que el límite sur del SAR marino se propuso a 1,500 m (1.5 km) hacia el suroeste de la ubicación del proyecto, considerando dentro del SAR los muelles de cruceros existentes en Puerta Maya (ver siguiente figura). Los cambios más

significativos en la dinámica litoral derivados de actuaciones en la costa, eventualmente se pueden presentar por lo general a sotavento de las estructuras. Por esta razón, el límite norte del SAR marino se extendió hasta 4,800 m (4.8 km) hacia el norte de la ubicación del proyecto y 1,180 m (1.18 km) al norte del muelle de Ferries, con lo cual sería posible evaluar los eventuales impactos acumulativos debido a la presencia actual de diferentes obras de infraestructura marina al norte del área del proyecto.

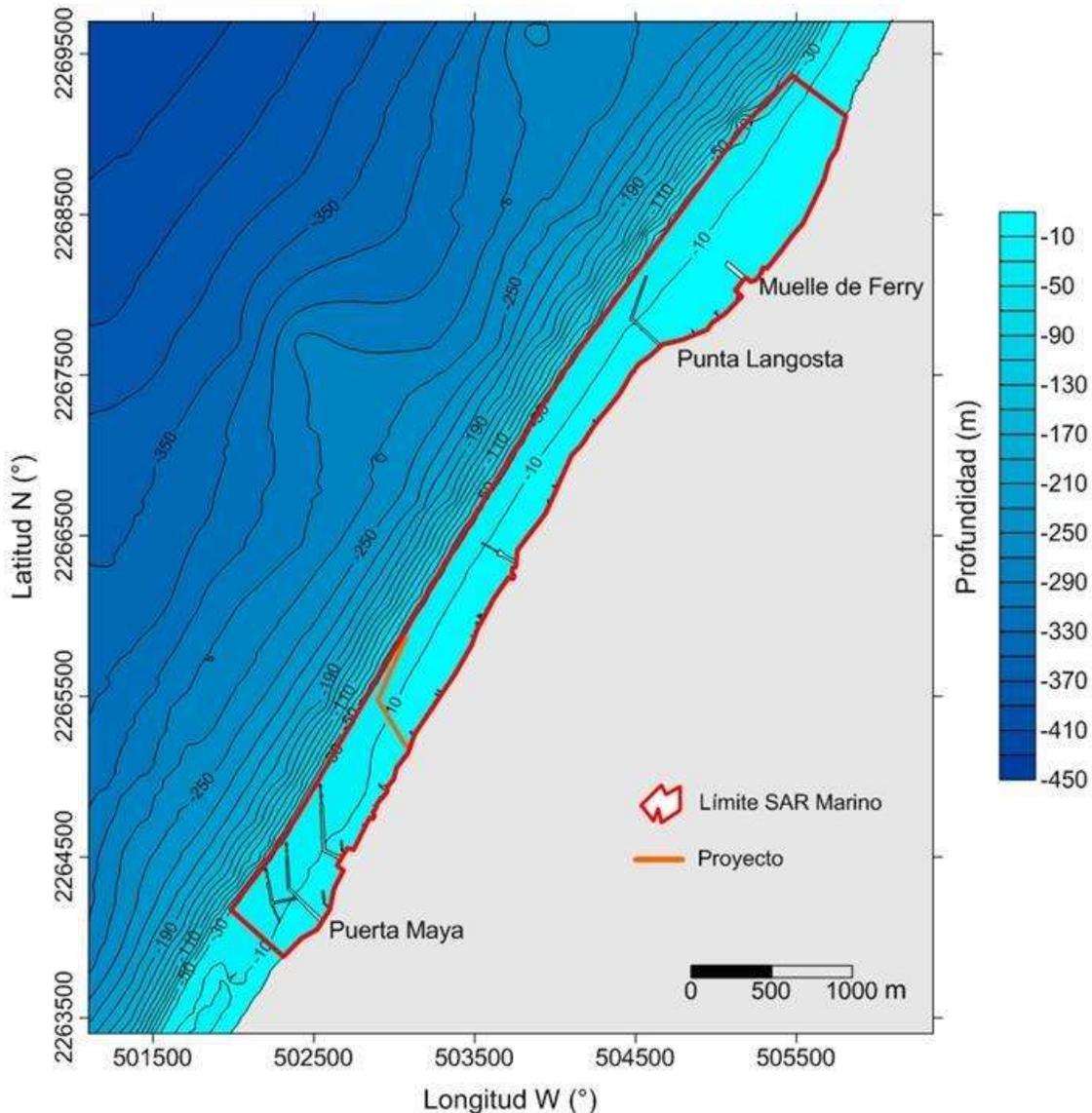


Fig. IV. 12 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) Marino.

Como ya se comentó el establecimiento del SAR es un proceso iterativo, pero en este caso las actividades posteriores confirmaron que la delimitación inicial es adecuada para el análisis de impacto del proyecto, ya que: i) se pudo constatar que no hay una continuidad de la

comunidad biótica en el SAR con las existentes en las ANP's ; ii) las características de la comunidad bentónica en el SAR son prácticamente las mismas de finales del siglo XX a pesar que desde entonces se han desarrollado varios muelles con características similares a las previstas para el proyecto; iii) la simulación matemática confirmó que el proyecto no generará cambios en los patrones de corrientes y de depósito y acreción de los residuos, por lo que no se tendrán efectos más allá del entorno inmediato.

Finalmente, el SAR marino cuenta con una longitud de 6,300 m (6.3 km) y un ancho promedio de 450 m (0.45 km), lo que representa un área aproximada de **2,835,000 m<sup>2</sup> (2.835 km<sup>2</sup>)**.

#### IV.5. Delimitación del SAR terrestre

En la porción terrestre, la delimitación del SAR es más sencilla que la porción marina, ya que se trata de un entorno más homogéneo y con una alta intervención humana que ha reducido sustancialmente los servicios ambientales que ofrece.

La región donde se ubicarán las obras en el medio terrestre se caracteriza por presentar una plataforma calcárea con altos niveles de permeabilidad, por lo que la presencia de corrientes superficiales es casi inexistente y el relieve de la isla de Cozumel es prácticamente plano, sin contrastes altitudinales, por lo cual no es posible delimitar el SAR mediante el criterio de cuencas hidrológicas.

Por lo anterior, los criterios empleados para delimitar el SAR terrestre fueron los siguientes:

- En la delimitación del SAR se consideró la distribución espacial de las obras y actividades del proyecto dentro del medio terrestre, en la cual incidirán de manera directa los impactos ambientales. Al respecto, las obras del proyecto tendrán incidencia hacia el sur del Centro de Población de Cozumel (ver la siguiente figura).

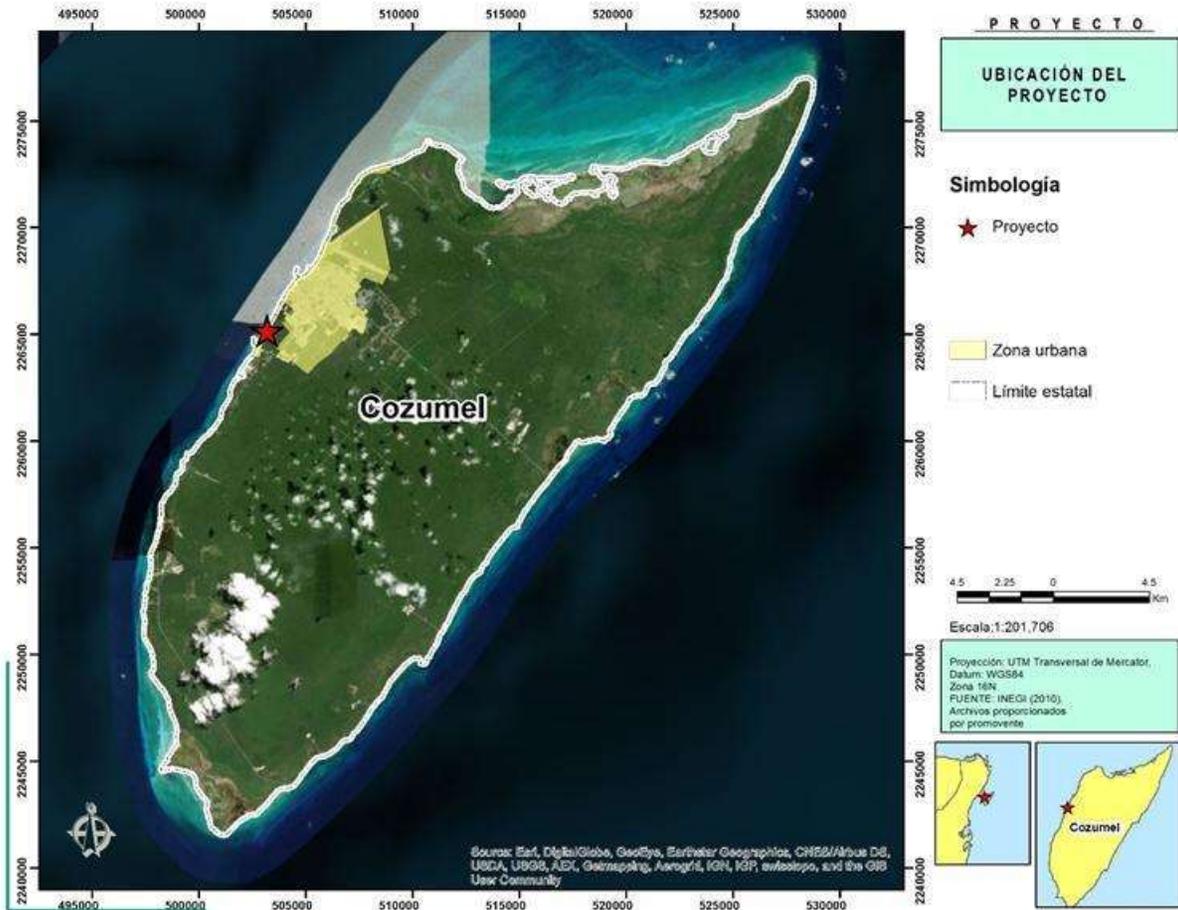


Fig. IV. 13 Localización de las obras del proyecto en la zona terrestre.

- Un segundo aspecto que se consideró fue la Zonificación de Uso de Suelo del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo.

De acuerdo con este instrumento de planeación urbana, las obras con incidencia en la zona terrestre se desarrollarán en la Zona de Uso Turístico de densidad media (T1000). Sin embargo, se observó que este uso se restringe a la franja costera, por lo que con la finalidad de analizar las tendencias socioambientales de la región y la relación que tendrán las obras con su entorno, fue necesario retomar el polígono inmediato al Uso Turístico, el cual corresponde a Área Urbanizable Programa Parcial<sup>7</sup> (PP-2). En la siguiente figura se presenta la delimitación del SAR (polígono rojo), considerando las dos zonificaciones de Uso de Suelo antes referidas.

<sup>7</sup> Conforme al PDU del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo, las zonas sujetas a un Programa Parcial, localizadas en la zona sur del Centro de Población. Estas zonas quedarán como reservas de crecimiento a largo plazo, y se les dará uso, de acuerdo a los requerimientos que vaya presentando el municipio.

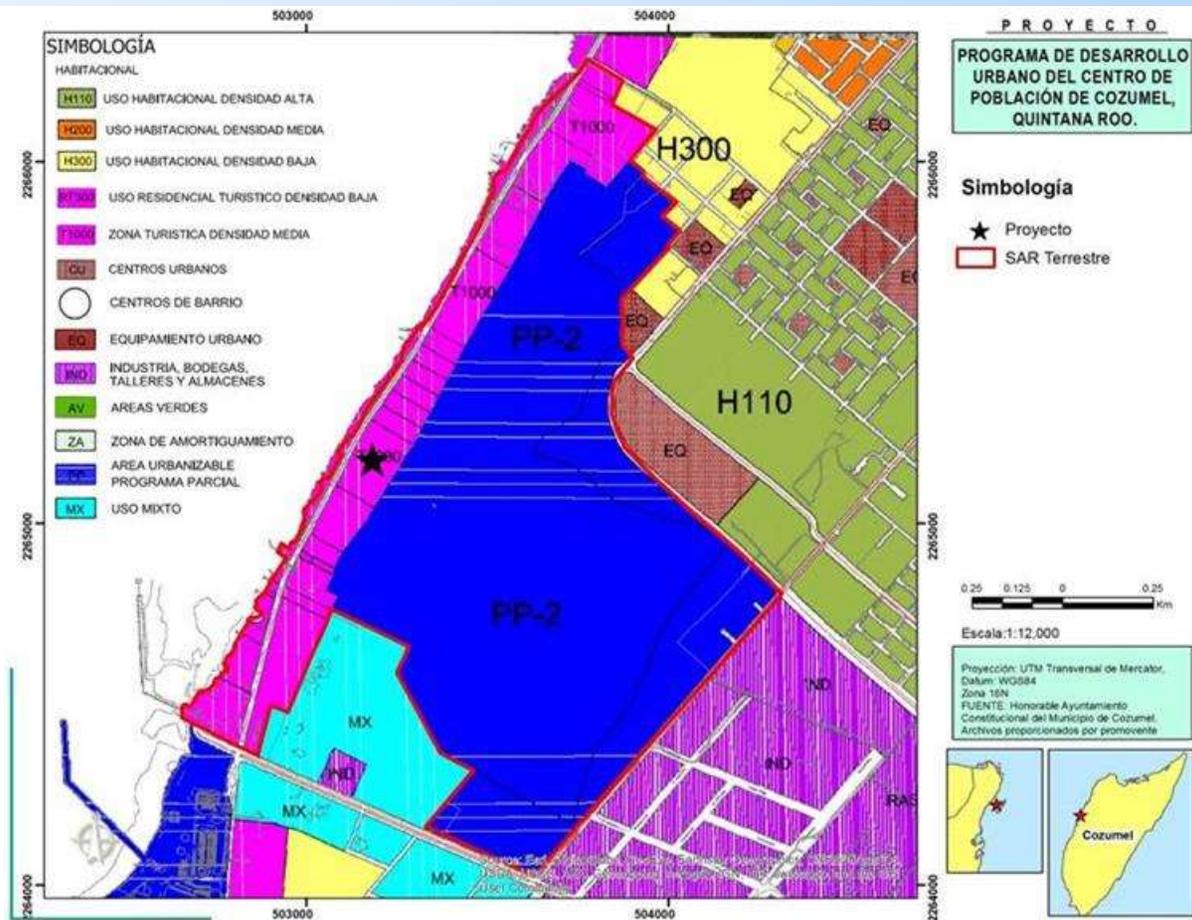


Fig. IV. 14 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo.

Es importante indicar que estas zonas para uso turístico y desarrollo urbano, presentan una vegetación secundaria y presentan una alta presión por el desarrollo de actividades humanas en áreas cercanas y de acuerdo con lo que se plantea en el Programa de Desarrollo Urbano (PDU), en un futuro el SAR perderá cualquier relevancia por su biodiversidad,

Con la delimitación indicado el SAR en la parte terrestre tiene una extensión de **154.97 hectáreas**, de las cuales, solo el **1.45%** serán ocupadas para el desarrollo del proyecto.

En resumen, el criterio relevante para la definición del SAR terrestre fue considerar las políticas de ordenamiento urbano establecidas dentro del PDU del Centro de Población de Cozumel. La conclusión de la evaluación de impacto permitió confirmar que no habrá impactos que se presenten más allá del área que se definió como SAR.

## IV.6. Procesos ecosistémicos dentro del SAR

Para entender la dinámica del funcionamiento tanto del área marina como terrestre, se llevaron a cabo estudios de campo, cuyos resultados fueron analizados y contrastados con la literatura existente para la zona. De manera anexa se incluye el estudio marino del SAR con las metodologías y parte de los resultados del capítulo IV.

Además, para evaluar la incidencia que tendrá el proyecto en áreas de importancia para la biodiversidad, se evaluó la ubicación del SAR y del área del proyecto respecto a estas áreas, las cuales se muestran a continuación.

Por otro lado, y con el fin de hacer práctica la presentación de los datos, análisis y resultados se desarrollan a modo de apartados el medio marino y el medio terrestre.

### IV.6.1. Áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad

Las regiones de importancia para la biodiversidad, establecidas por la CONABIO, permiten vislumbrar un panorama de los recursos biológicos que se presentan en el país, así como sus tendencias, problemáticas a las que están expuestas y orientan para su conservación. Considerando lo anterior, resulta imprescindible identificar si el SAR terrestre y marino o bien la superficie del proyecto inciden dentro de alguna de éstas.

Para efecto de lo anterior, a continuación, se muestra la ubicación de las Regiones Prioritarias más cercanas con respecto al SAR y al área del proyecto.

#### IV.6.1.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

En la siguiente figura se puede observar que el SAR y el polígono del proyecto **no** inciden en ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), la más cercana se denomina RTP-147 SIAN KA'AN-UAYMIL-XCALAK y se encuentra a una distancia aproximada de 67 km.

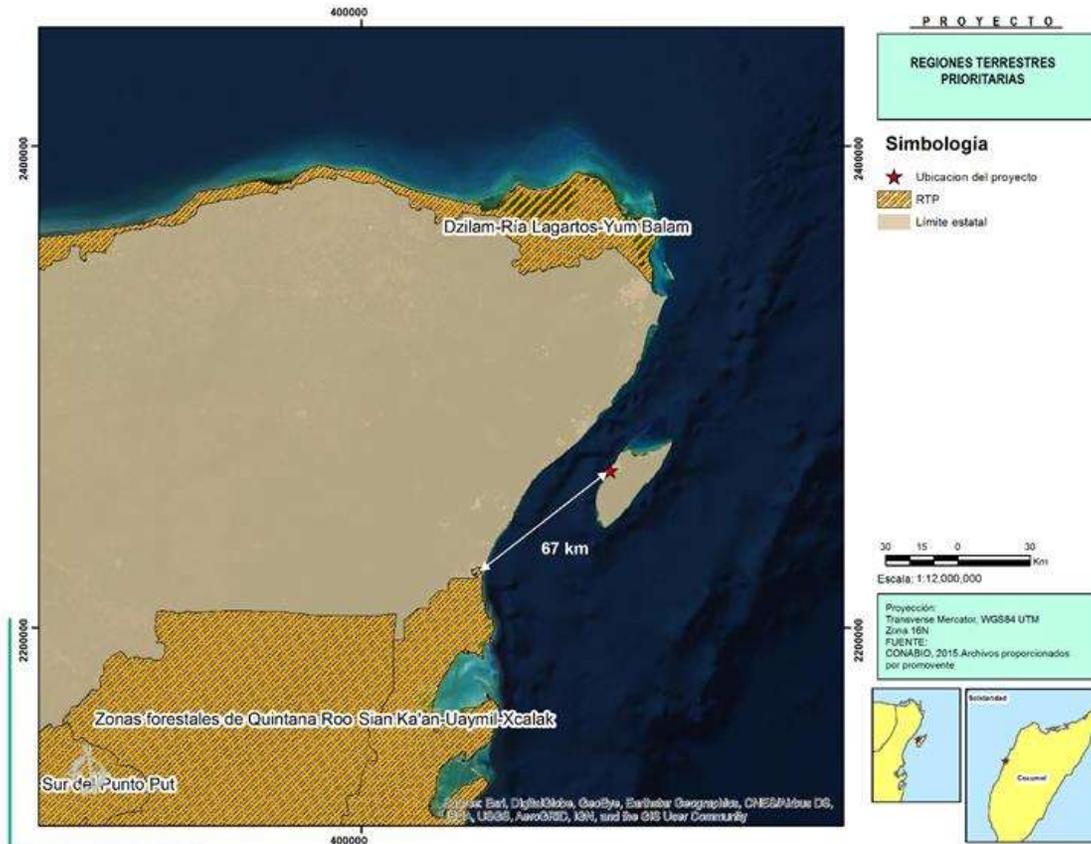


Fig. IV. 15 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

#### IV.6.1.2 Región Hidrológica Prioritaria (RHP)

Referente a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), tanto el SAR marino y terrestres y el polígono del proyecto inciden en la RHP-106 Cozumel, tal como se muestra en la siguiente figura.

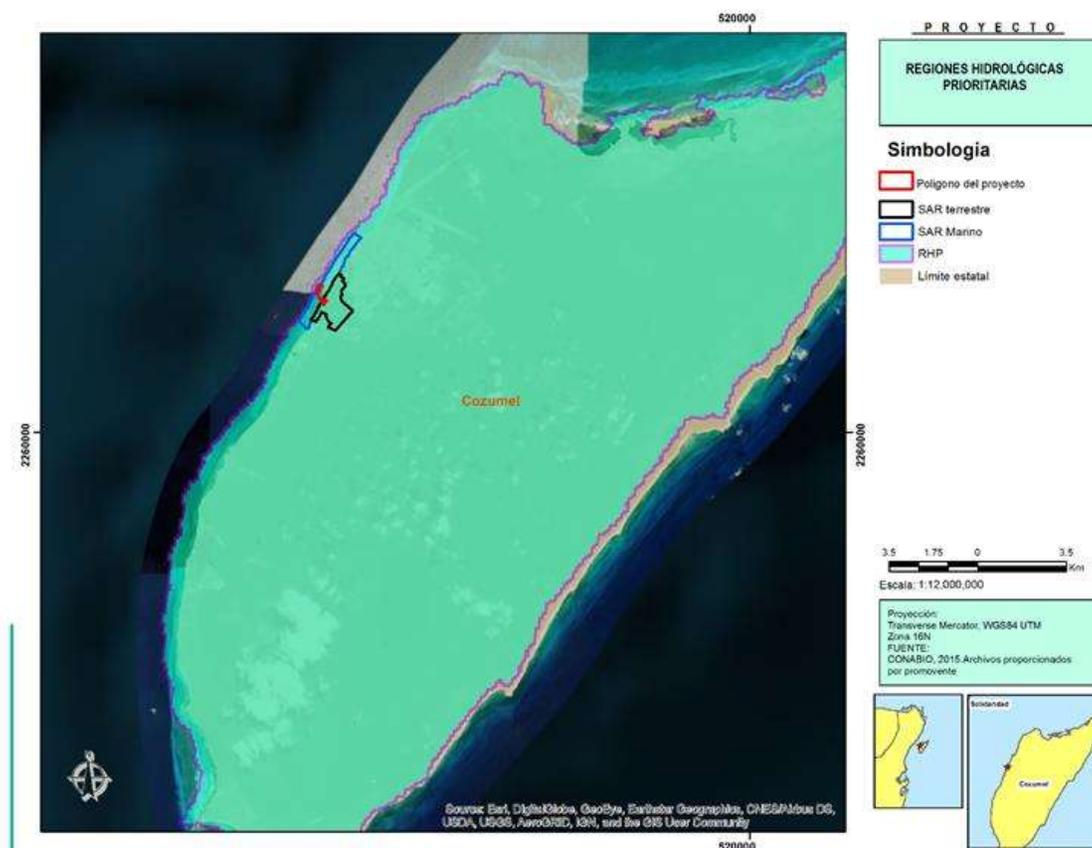


Fig. IV. 16 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (Cozumel).

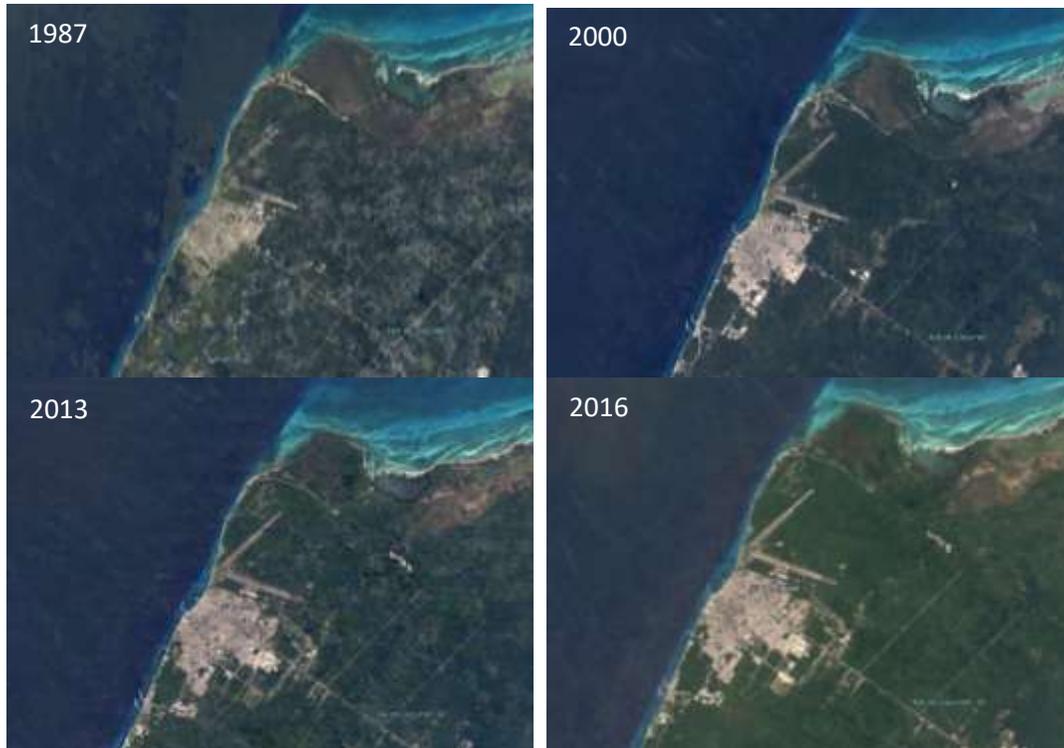
De acuerdo con lo que indica la CONABIO,<sup>8</sup> la RHP-106 Cozumel tiene las siguientes características:

i) Alberga una amplia biodiversidad en ecosistemas como selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, manglar, tular, vegetación de dunas costeras y palmares. Entre las especies de flora se encuentran *Acacia pringlei*, *Bursera simaruba*, *Coccoloba barbadensis*, mientras que la fauna característica son crustáceos como *Agostocaris bozanici*, *Janicea antiquensis*, *Somersiella sterreri*, *Parahippolyte sterreri* y *Yagerocaris cozumel*, zona de anidación de la paloma cabeza blanca *Columba leucocephala* y del águila pescadora *Pandion haliaetus* y existen reportes de colonias de flamencos *Phoenicopterus ruber*.

ii) Dentro de las principales problemáticas consideradas para esta región, se encuentra el uso de recursos de forma que puede ser la pesca ilegal, el tráfico ilegal de especies y la presión sobre la población de tortugas, lo anterior sumado a la deforestación asociada al crecimiento

<sup>8</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_106.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_106.html)

de la mancha urbana, la construcción de muelles y hoteles. Asimismo, se presenta contaminación por basura, derivados del petróleo y aguas residuales. Sin embargo, con las siguientes imágenes se puede observar que el crecimiento urbano de la localidad de Cozumel ha sido muy lento en los últimos años. Sumado a que, con los trabajos de campo realizados en el SAR para la elaboración de esta MIA, no se detectó la presencia de contaminantes de este tipo.



*Fig. IV. 17 Crecimiento de la población de San Miguel Cozumel en los últimos años.*

Para la planeación y diseño del proyecto se han considerado estos planteamientos de la CONABIO y se han incorporado las acciones y medidas para minimizar los impactos que pudieran derivarse del desmonte y la construcción del muelle, además de llevar a cabo buenas prácticas para el manejo de residuos sólidos y líquidos, para el manejo seguro de hidrocarburos, así como para control de sedimentos removidos durante las excavaciones para instalación de pilotes.

En el SAR las playas son rocosas por lo que no hay sitios de anidación de tortugas marinas. Además, dado su diseño constructivo (piloteado), el proyecto no modificará la dinámica marina ni representará una barrera que impida el paso de tortugas marinas u otros organismos marinos. Asimismo, se tiene que el muelle incide dentro de la parte más somera

de la plataforma continental, mientras que la ruta de las tortugas marinas se da en las partes más profundas.

#### IV.6.1.3 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Para el caso de las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), se tiene que tanto el SAR terrestre y marino tanto del polígono como del proyecto inciden en la RMP 69 “Cozumel”, tal como se muestra en la siguiente figura.

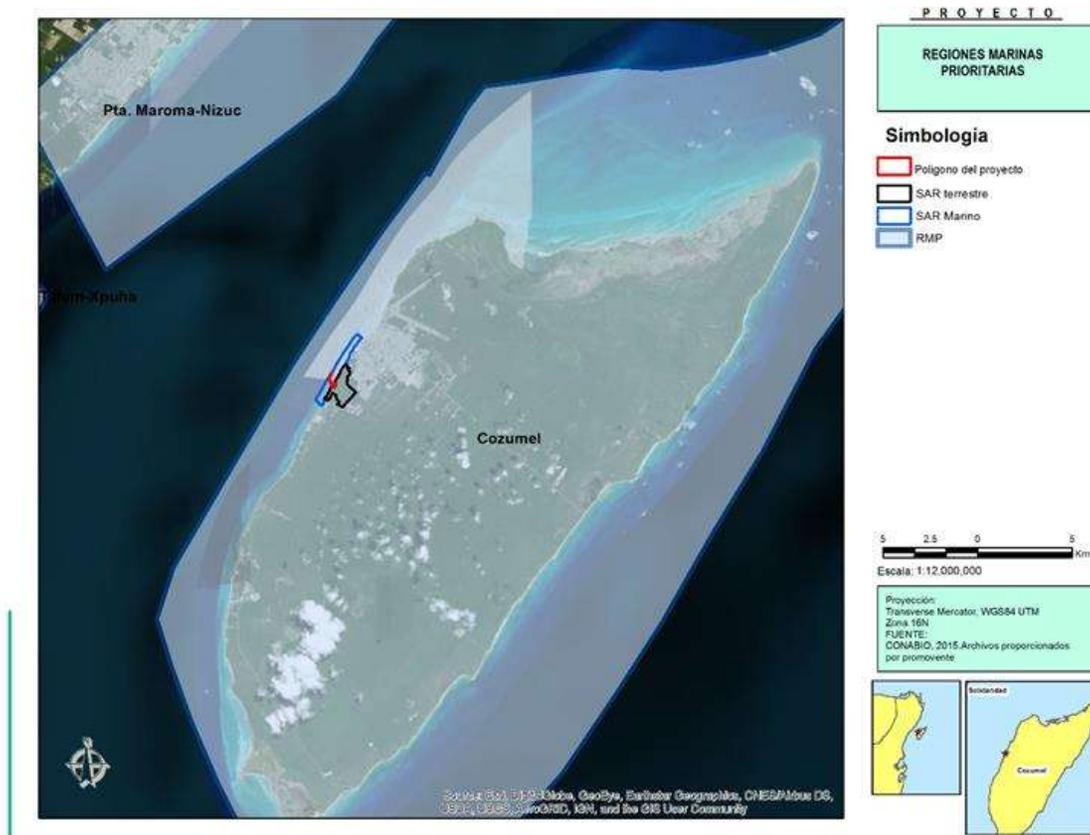


Fig. IV. 18 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

De acuerdo con la CONABIO,<sup>9</sup> la RMP-Cozumel presenta una rica biodiversidad representada por moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, xerófitas e indica que es una zona de migración de langosta y tortugas (caguama, *Chelonia mydas*).

<sup>9</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp\\_069.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_069.html)

Además, indica que las problemáticas ambientales que se presentan actualmente en la RMP son:

- **Modificación del entorno: remoción de pastos, fractura de arrecifes, draga, construcción de muelles y hoteles, así como daño al ambiente por embarcaciones.**

- **Contaminación: por basura, derivados del petróleo y aguas residuales (*aunque, como ya se indicó, los muestreos realizados en el SAR para la elaboración de esta MIA no detectaron niveles significativos de contaminantes*).**

- **Uso de recursos: pesca ilegal; presión sobre tortugas, caracoles y corales.**

**Considerando tales problemáticas, es importante mencionar que el proyecto **no** se establecerá sobre una zona de arrecifes de coral, ni sobre comunidades de pastos marinos.**

#### **IV.6.1.4 Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)**

En lo que refiere a las AICAS el SAR marino y terrestre, así como el polígono del proyecto incidirán en el AICA-33 Isla de Cozumel, como se puede apreciar en la siguiente figura.

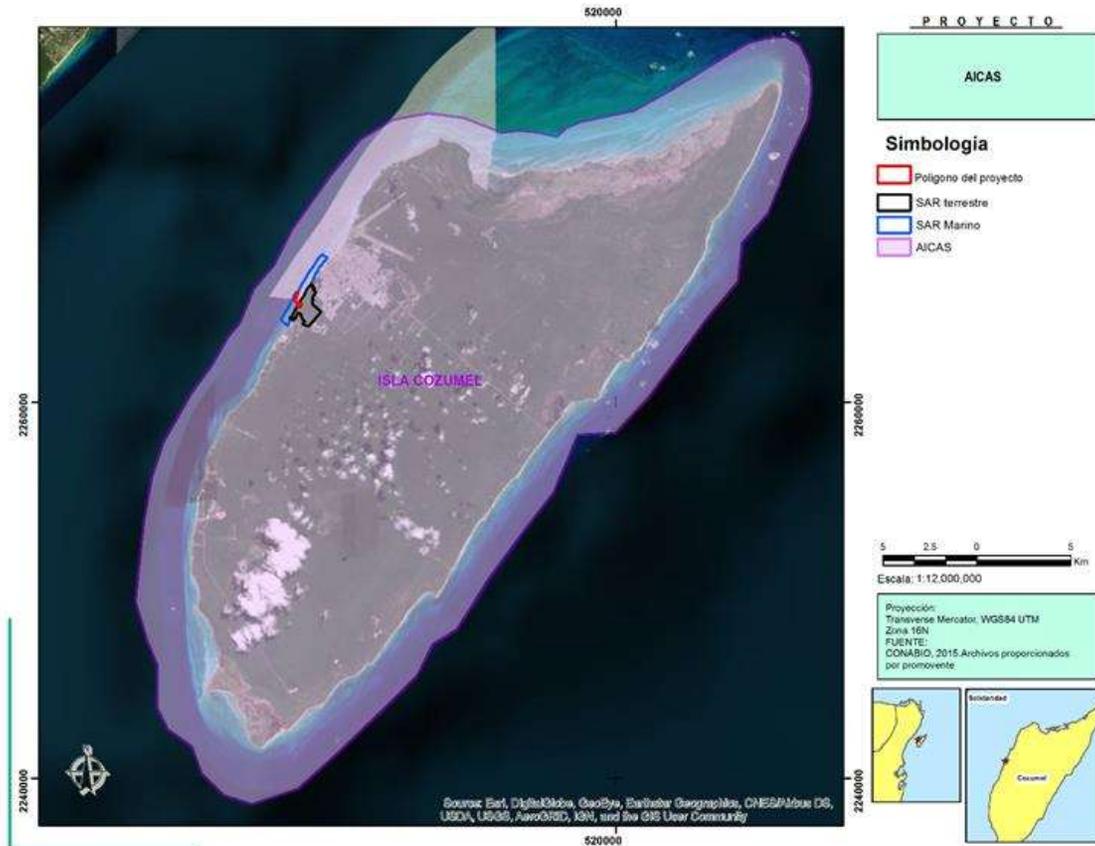


Fig. IV. 19 Ubicación del SAR y proyecto con respecto a las AICAS (Isla Cozumel).

Las islas constituyen sitios de enorme importancia en la conservación de la biodiversidad. Para el grupo de las aves esta importancia se basa en la contribución a la diversidad biológica global que se deriva de la presencia en las islas de especies endémicas, residentes y migratorias. Se ha calculado que el 10% de las aproximadamente 9,000 especies de aves del mundo habitan en islas (Johnson, 1988).

CONABIO<sup>10</sup> indica que la región norte de Cozumel, es una zona muy conservada, donde se mantienen las colonias reproductivas de espátulas, anida la paloma de cabeza blanca y el águila pescadora, además para esta zona existen los reportes de colonias de flamencos. También menciona que las principales amenazas que se presentan son el turismo, la introducción de especies exóticas, deforestación, agricultura, ganadería, huracanes, desarrollo urbano, cacería, explotación inadecuada de recursos y desarrollo industrial (SIC).

<sup>10</sup> <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-33.html>

De acuerdo con lo planteado para el proyecto, las obras no afectarán los cuerpos de agua que se encuentran dentro del AICA. No obstante, si bien se realizarán cambios en la vegetación, aunque la zona está planeada para el crecimiento turístico y urbano, se tomarán las medidas necesarias para minimizar y compensar las afectaciones que puedan tener impactos en la avifauna.

#### **IV.7. Medio Marino**

Es importante mencionar que para el área de interés se han desarrollado varios estudios ambientales que permiten caracterizar el SAR y las relaciones que tiene con el Área de Referencia, pero se realizaron trabajos de campo para confirmar algunos de los elementos o procesos que han sido descritos, así como para complementar la información.

Durante los muestreos de campo se realizaron mediciones de corrientes, variación del nivel del mar y oleaje en la zona del proyecto mediante un Perfilador de Corriente Acústico Doppler (ADCP). Para las mediciones se empleó un ADCP Aquadop de 1000 kHz el cual se instaló en el área donde se ubicará el proyecto a una profundidad de 12 m, entre los días 19 y 20 de julio de 2019. Así mismo, se realizó el levantamiento batimétrico del SAR marino, así como del área del proyecto, con el objeto de establecer las condiciones iniciales y de frontera de los modelos numéricos.

En lo que refiere al análisis de los componentes bióticos se llevaron a cabo video transectos, así como muestreos mediante buceo SCUBA, metodología que se describe en el anexo del presente capítulo.

##### **IV.7.1. Procesos hidrodinámicos dentro del SAR**

Como se mencionó en párrafos anteriores, la circulación en el canal de Cozumel tiene una dirección dominante hacia el noreste prácticamente durante todo el año, este comportamiento influye en las condiciones homogéneas de calidad del agua dentro del SAR marino, lo cual se comprueba con el informe de calidad del agua (dentro del informe marino que se incluye en los anexos, es posible observar los modelos de la dirección de las corrientes regionales a lo largo del año, así como los resultados de la calidad del agua).

Las variables fisicoquímicas registradas en el SAR marino cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianzas. La variación entre estaciones de muestreo dio como resultado que la mayoría de los parámetros fueran similares entre estaciones de muestreo, lo que reveló una relativa homogeneidad en el SAR marino. A continuación, se incluyen los resultados obtenidos de la química marina obtenida en el SAR marino.

El intervalo de temperatura registrado durante el muestreo fue entre 29.08 y 29.58 °C, con un promedio de 29.27±0.14 °C. La temperatura en el fondo fue similar (sin diferencias significativas) a la registrada en superficie (29.29 °C y 29.30 °C, respectivamente). En superficie, la temperatura fue diferente entre estaciones de muestreo ( $F=11.77$ ,  $p<0.05$ ), registrándose las temperaturas más elevadas en las estaciones más costeras y poco profundas (<5 m) mientras que las temperaturas menores se registraron hacia la porción más alejada a la línea de la costa. Además, las temperaturas más elevadas se registraron hacia el norte del SAR.

La salinidad por su parte, no varió significativamente entre las estaciones de muestreo en el área de estudio. El intervalo de salinidad estuvo entre 35.37 y 36.90 (promedio de 35.94±0.31). No hubo diferencias significativas entre la salinidad del fondo (promedio de 35.98±0.22) y de la superficie (promedio de 35.95±0.23) lo que sugiere una buena mezcla vertical de la columna de agua. No hubo tampoco diferencias significativas en las distribuciones espaciales (en superficie y fondo) de salinidad entre las estaciones más costeras (promedio de 35.95±0.27) con las más alejadas de la costa (promedio de 35.94±0.34). Este comportamiento sugiere que en la zona no se presentan aportes significativos de agua dulce desde tierra, que puedan modificar las condiciones halinas del SAR marino.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto en el agua, depende de la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica, entre otros factores (De la Lanza-Espino, 1994). En este sentido, la mayoría de las concentraciones de oxígeno disuelto en el SAR marino estuvieron cercanas o por encima del 100% de saturación, lo que sugiere un equilibrio entre la temperatura registrada (promedio de 29.27 °C), la salinidad y la demanda de oxígeno por degradación de materia orgánica. Este es otro criterio, que al igual que la distribución

homogénea de salinidad, sugiere la ausencia de aportes significativos de agua dulce desde tierra hacia las aguas marinas.

El pH estuvo en un intervalo de entre 8.15 y 8.31 (promedio de  $8.22 \pm 0.03$ ). En las estaciones del fondo, el pH fue como promedio de  $8.20 \pm 0.01$  y en las de superficie, fue de  $8.23 \pm 0.04$ , sin diferencias significativas entre ambos niveles. Los valores de pH en el área de estudio fueron similares tanto en las estaciones costeras como en las estaciones más alejadas de la costa ( $8.23 \pm 0.01$  y  $8.22 \pm 0.04$ , respectivamente) sin variaciones espaciales significativas. No hubo valores de pH que sugirieran la entrada de agua subterránea (con valores de pH menores, resultados del proceso de degradación de la materia orgánica presente en este tipo de aguas).

La concentración de sólidos suspendidos totales (SST) varió desde 0.13 mg/L a 2.53 mg/L y en general fue baja (promedio de  $1.19 \pm 0.78$  mg/L) exhibiendo un comportamiento espacial homogéneo (sin diferencias significativas), tanto en superficie (promedio de  $1.23 \pm 0.78$  mg/L) como en el fondo ( $1.24 \pm 0.77$  mg/L). Las concentraciones de SST del estudio marino estuvieron por debajo de los límites máximos permisibles (75 – 200 mg/L) para aguas marinas costeras tipos A (Explotación pesquera, navegación y otros usos) y B (recreación) de la NOM-001-ECOL-1996.

Por lo anterior, el comportamiento y distribución de los parámetros fisicoquímicos determinados en el SAR marino estuvieron condicionados por la temporada climática del muestreo (época de lluvias) y por los procesos de mesoescala dominantes en la Región del Caribe Mexicano (Corriente de Yucatán). La mayoría de los parámetros tuvo una distribución homogénea, tanto vertical como horizontalmente, sin diferencias significativas, lo que sugiere una buena mezcla vertical y horizontal de la masa de agua, sin evidencias de aportes significativos de agua dulce desde la isla.

#### **IV.7.2. Procesos de sedimentación-erosión**

En el SAR marino, los procesos de erosión y sedimentación se encuentran en equilibrio, es decir, lo que entra de sedimentos también sale, sin que se tengan aportaciones dentro del SAR. Las causas por las cuales dentro del SAR no se generan fuentes de sedimentos es porque NO existen ríos superficiales que erosionen y acarren sedimentos, además de que la costa es

de tipo rocosa, por lo que su desgaste depende de la intensidad del oleaje, así mismo, tampoco existen barras y bancos de sedimentos que contribuyan al aporte de material.

En la siguiente figura se muestra el funcionamiento hidrodinámico general del SAR marino, considerando los procesos de erosión- sedimentación del SAR marino.

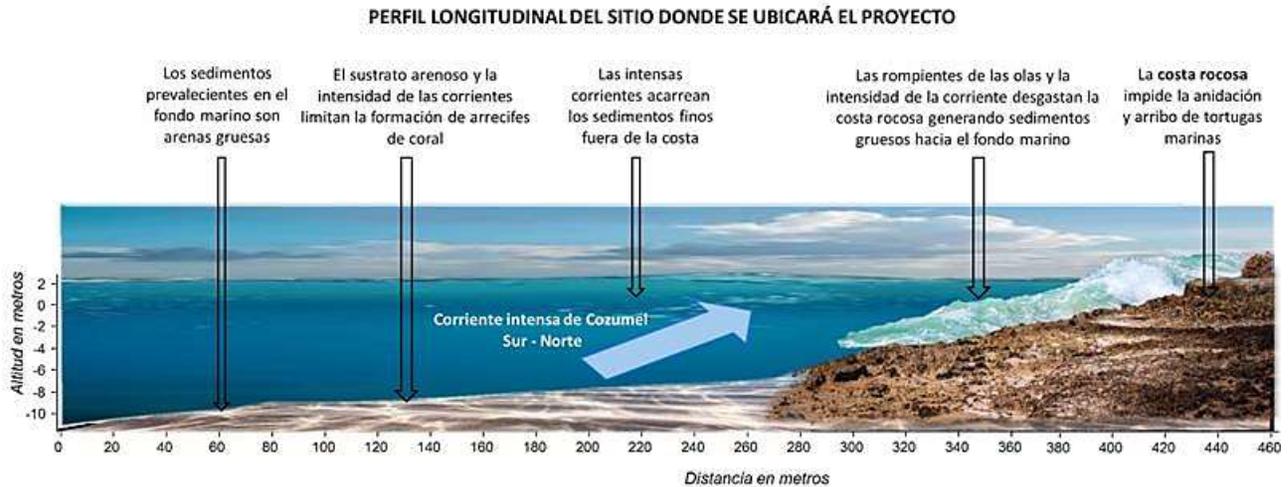


Fig. IV. 20 Hidrodinámica en el SAR marino.

En la siguiente figura se muestra las zonas de erosión y depósito dentro del SAR marino, de acuerdo con el modelo se identifican dos zonas con dinámicas sedimentarias diferentes. Una zona localizada al norte del muelle punta Langosta, la cual está caracterizada por procesos dominantes de depósito y sedimentos menos gruesos (arena media). La segunda zona, localizada en la parte sur del SAR, entre el muelle de punta langosta y Cruise Excurcions, caracterizada por procesos erosivos dominantes y sedimentos más gruesos (Arena gruesa). No se identifican zonas de generación y/o exportación de material sedimentario dentro del SAR, por lo que se puede considerar como una zona de tránsito de sedimentos provenientes de fuentes externas. Al no existir en la zona del SAR una contención relativa de los sedimentos, por definición no debe ser considerado cómo celda litoral.

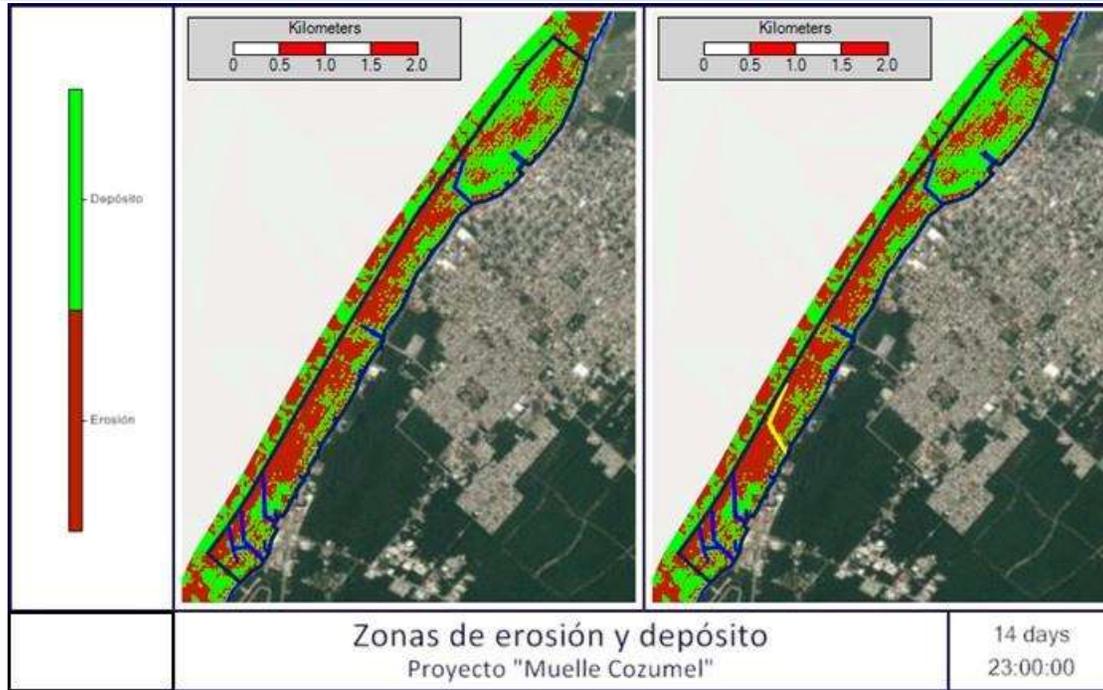


Fig. IV. 21 Zonas de erosión y depósito dentro del SAR marino.

Es importante mencionar, que se llevó a cabo un estudio de relación respecto a los biotopos con los tipos de sustratos presentes en el SAR, sin encontrar una relación clara para los mismos. Lo anterior, se presume como resultado de la homogeneidad que presenta la zona. Para mayor detalle se presentan en apartados más adelante la información correspondiente, así como de manera pormenorizada en los anexos del presente capítulo.

Por otro lado, para conocer si el proyecto tendrá alguna incidencia en la generación de sedimentos dentro del SAR marino, fue necesario construir un modelo de dispersión de partículas. Dichas simulaciones se realizaron en relación al tamaño de la partícula (arena gruesa, arena media) presente en la zona. Así mismo, las simulaciones se realizaron para dos temporadas que son ante lluvias y durante eventos de norte, que es cuando existe una mayor hidrodinámica dentro del SAR (Para mayor detalle, consultar en los anexos el estudio marino).

Los modelos para ambas temporadas mostraron resultados muy similares, en donde los sedimentos forman una pluma de sedimentos que se desplazan hacia la costa del lado noreste del área del proyecto. Conforme pasa el tiempo, esta pluma de sedimentos se va incrementando, desplazándose fuera del SAR marino, y horas más tarde (poco más de 9 horas), se observa que los sedimentos se desplazan fuera de la isla siguiendo la dirección de

la corriente marina dominante, y solo algunos sedimentos se depositan hacia el extremo noreste (ver las siguientes figuras).

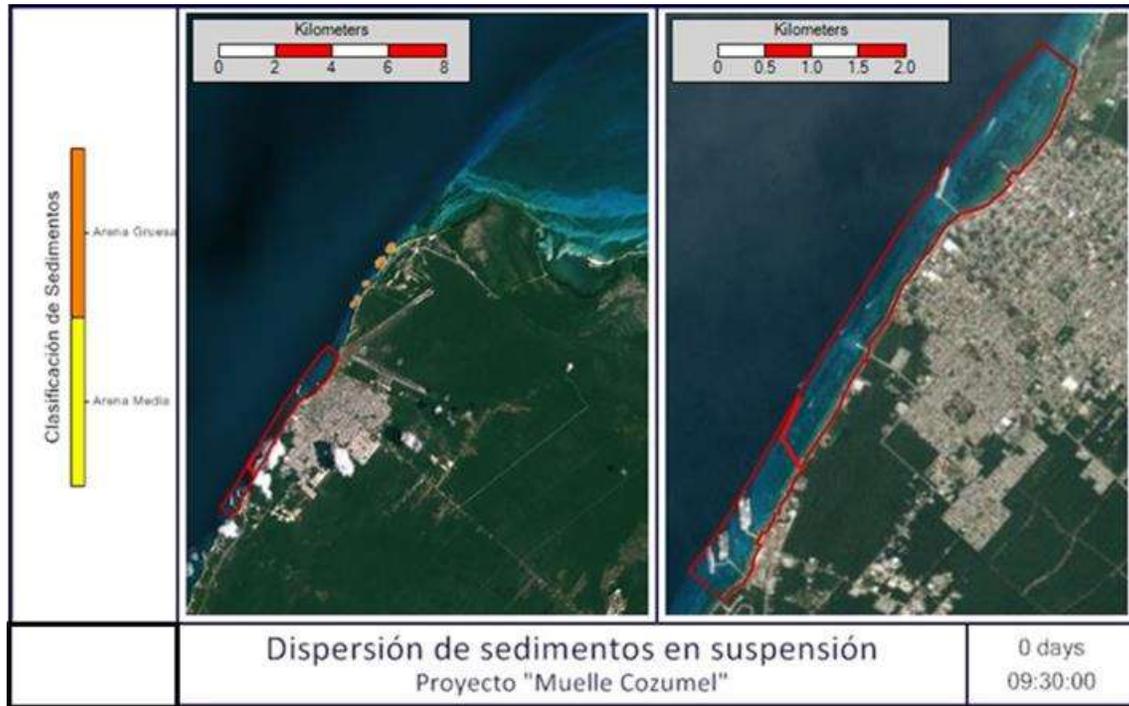


Fig. IV. 22 Dispersión de sedimentos suspendidos, escenario de lluvias, a nueve horas con treinta minutos de ocurrido la resuspensión.

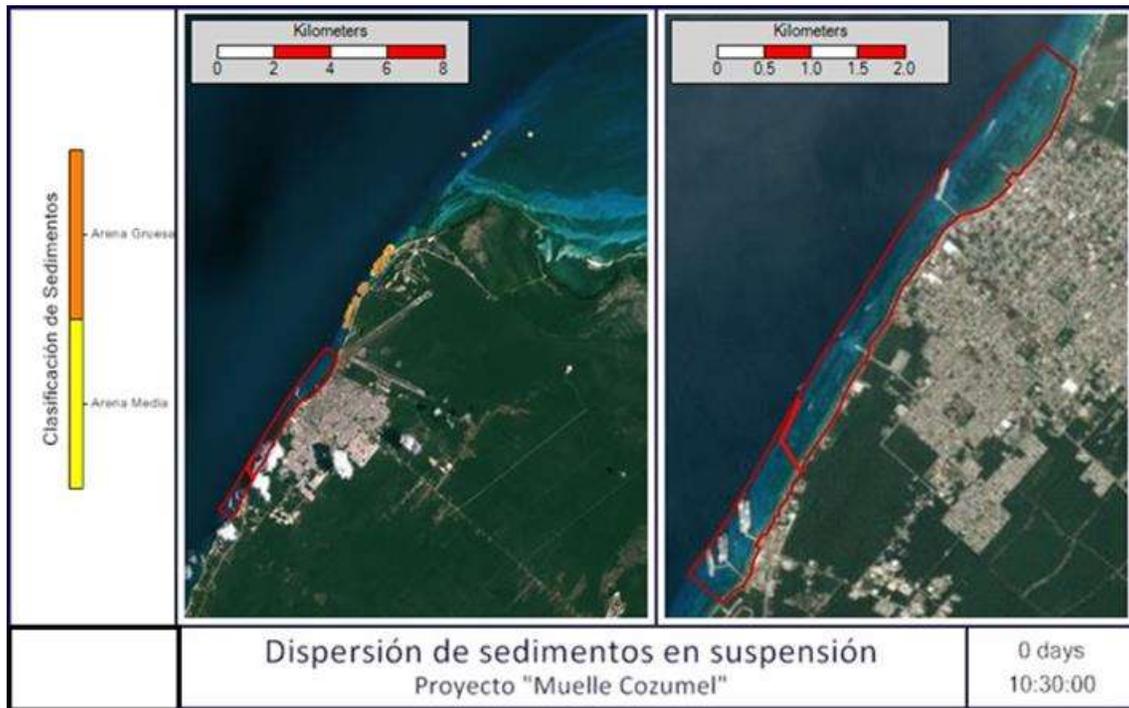


Fig. IV. 23 Dispersión de sedimentos suspendidos, escenario de nortes, a diez horas con treinta minutos de ocurrida la resuspensión.

La diferencia entre las temporadas simuladas fue la velocidad de desplazamiento de la pluma de sedimentos y el área de dispersión, siendo la temporada de lluvias en la cual, la pluma de sedimentos se desplazó más rápido hacia el Noreste y presentó una menor dispersión con respecto a la temporada de nortes.

En ambas temporadas simuladas las partículas (arenas medias y arenas gruesas) permanecieron en suspensión sin depositarse dentro del área del SAR, y su desplazamiento fue de forma continua hacia el Noreste. Esto es debido principalmente a las características hidrodinámicas de la región, donde la intensidad y dirección de las corrientes que pasan a través del canal de Cozumel dificultan la deposición de sedimentos y hacen que en un lapso de tiempo de algunas horas los sedimentos salgan completamente del SAR marino.

#### IV.7.3. Evolución de la línea de costa

El tipo de costa que se presenta en el área del proyecto se conoce como “beach rock” o rocas de playa, que son capas de calcarenitas y gravas cementadas que se inclinan suavemente hacia el mar presentando laminación interna. Se localizan en la zona intermareal, en donde están total o parcialmente sumergidos durante la pleamar, y quedando descubiertos durante bajamar (Castro, *et al.*, 2005; Arche, 2010) (ver la siguiente figura).

Si bien la costa rocosa es un factor que limita su erosión, es importante mencionar que su morfología resultado de la erosión diferencial en el área del proyecto es de muescas por disolución (Castro *et al.*, 2005). Esta erosión de las rocas no sólo está determinada por la resistencia de las rocas, las acciones biogénicas también contribuyen a la disolución de las rocas, así como la intensidad de la corriente de Cozumel.





*Fig. IV. 24 Fisiografía de costa rocosa característica del SAR marino, producida por erosión diferencial.*

Ahora bien, y con la finalidad de analizar la dinámica costera del SAR marino, se realizó un análisis a partir de imágenes satelitales para los años 2003, 2012, y 2016 que fueron georreferenciadas con el software ArcMap versión 10.3, a partir de puntos conocidos.

El análisis de la línea de costa para el periodo de 2003 a 2016, mostró ligeros cambios en la morfología de la costa. Estos cambios se debieron principalmente a actividades humanas, ya que en la mayoría de los casos las modificaciones fueron en los muelles existentes al ampliarse o agregarse áreas en sus bases como en el caso del muelle Puerta Maya (ver la siguiente figura).

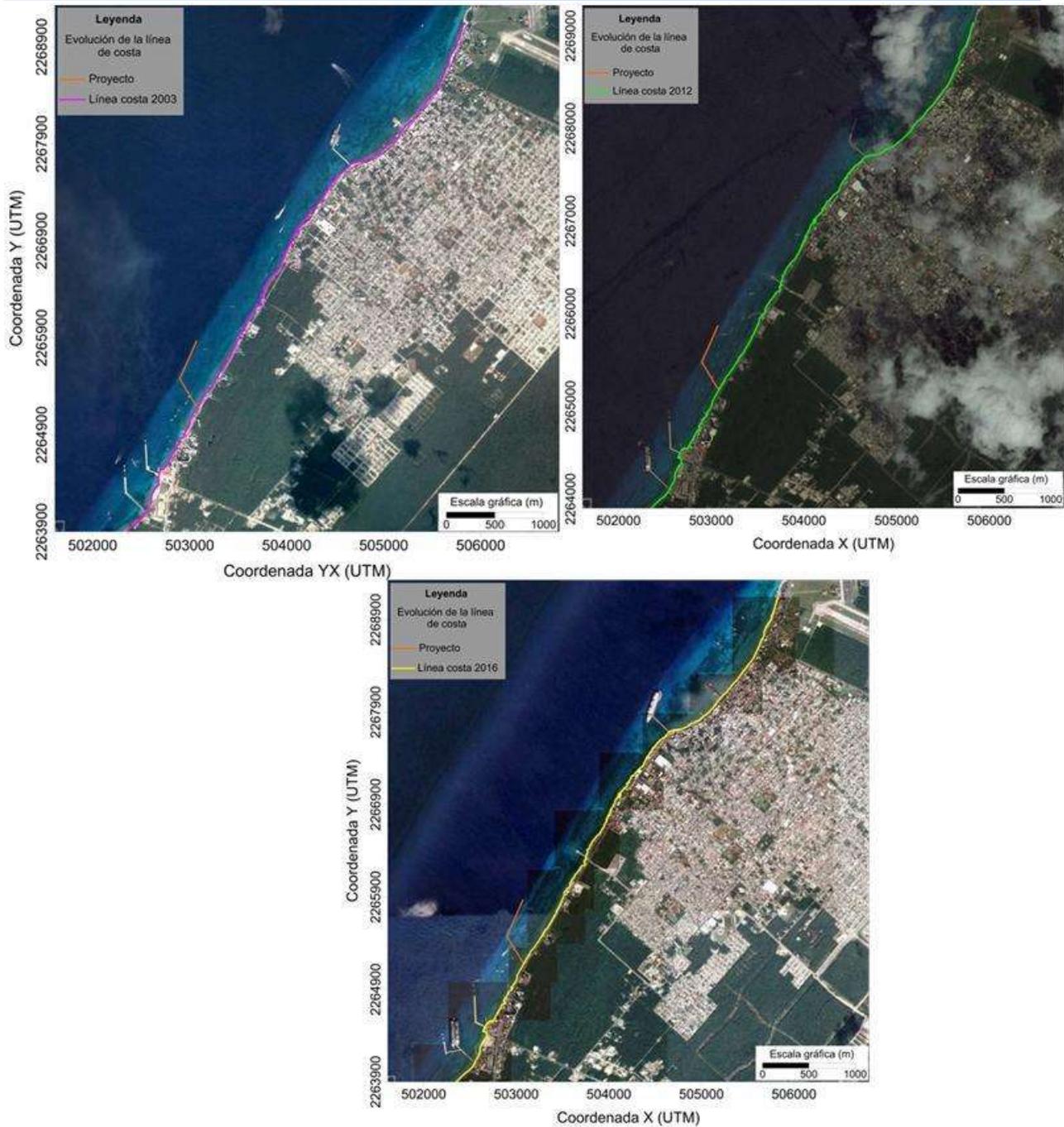


Fig. IV. 25 Líneas de costa de los años 2003, 2012 (izquierda) y 2016 (derecha) en el área comprendida en el SAR Marino.

En el área donde se pretende instalar el muelle, no ha presentado modificaciones en su configuración en el periodo observado (2003-2016) (ver la siguiente figura).

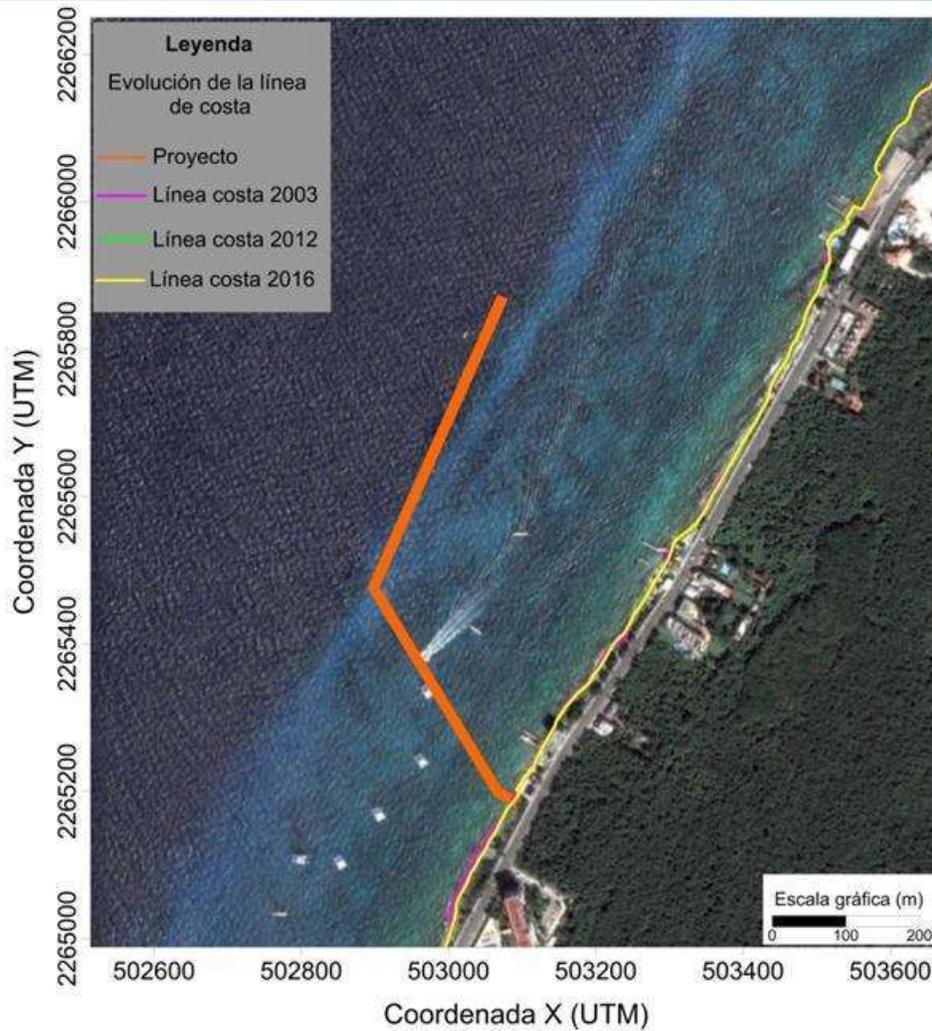


Fig. IV. 26 Evolución de la línea de costa en el periodo de 2003-2016 en el área donde se ubicará el proyecto.

En general, la línea de costa comprendida dentro del SAR marino, no ha presentado una modificación importante, y las debidas a las acciones humanas son de baja magnitud. Los resultados obtenidos confirman lo expuesto por el CENAPRED (2011), al indicar que, en el tramo correspondiente a la costa del SAR marino, existe una dinámica costera estable.

#### IV.7.4. Composición biótica

Para la caracterización de los componentes del macrobentos y neuston dentro del SAR y Área del Proyecto (AP), se realizó un estudio de campo, el cual consistió en un muestreo mediante buceo SCUBA utilizando el método de transectos (ver las siguientes figuras). El detalle del estudio, así como las coordenadas de ubicación de los transectos y la metodología empleada se presenta en el anexo del estudio marino.

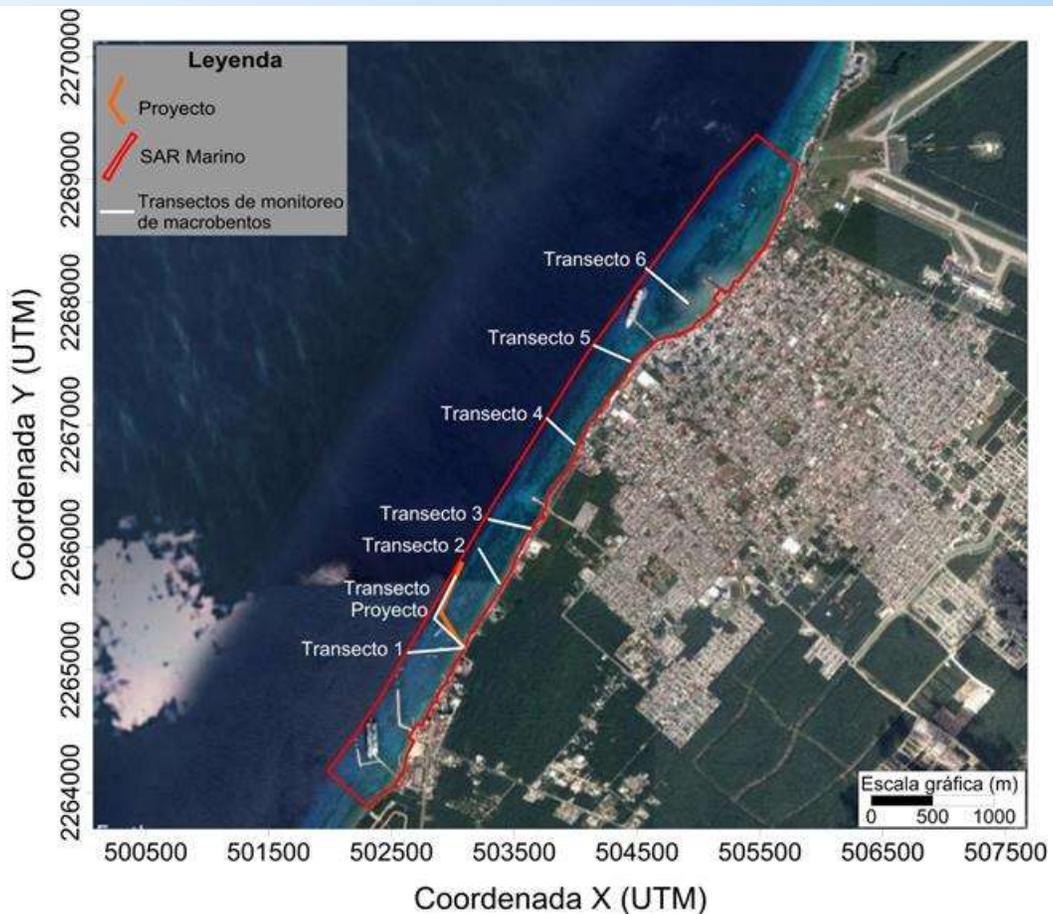


Fig. IV. 27 Ubicación de los transectos del estudio de campo.



Fig. IV. 28 Muestras dentro del SAR y AP

Considerando lo anterior, dentro del presente capítulo se presenta de manera concreta los resultados obtenidos para estos componentes, mismos que son el resultado de los diferentes procesos ambientales que se describieron en apartados anteriores.

En lo que refiere al bentos, se registraron un total de 55 componentes, de los cuales 51 corresponden a organismos macrobentónicos de los cuales, 40 fueron determinados hasta el nivel más bajo posible. El resto (15) se quedó como gran grupo morfofuncional (alga calcárea roja, componente no identificado, cyanobacteria, escleractinio no identificado, esponja encostrante, globular y tubular, hidroide, alga no identificado, octocoral no identificado, tapete algal). Además, se determinaron cuatro diferentes sustratos, a saber: arena, arena y cascajo de coral, cascajo de coral y coral muerto reciente.

En la siguiente tabla, se presenta la lista taxonómica conformada por los 40 componentes macrobentónicos, los cuales se encuentran distribuidos en tres reinos, nueve filos, 12 clases, 20 órdenes y 30 familias.

Tabla IV. 1 Especies identificadas mediante trabajo de campo.

ID	Grupo	Especie
1	Algas	<i>Avrainvillea</i>
2	Algas	<i>Caulerpa</i>
3	Algas	<i>Caulerpa cupressoides</i>
4	Algas	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>
5	Algas	<i>Dictyota</i>
6	Algas	<i>Halimeda</i>
7	Algas	<i>Halimeda opuntia</i>
8	Algas	<i>Lobophora variegata</i>
9	Algas	<i>Penicillus</i>
10	Algas	<i>Rhipocephalus phoenix</i>
11	Algas	<i>Sargassum</i>
12	Algas	<i>Udotea</i>
13	Pastos marinos	<i>Syringodium filiforme</i>
14	Pastos marinos	<i>Thalassia testudinum</i>
15	Esponjas	<i>Aiolochoira crassa</i>
16	Esponjas	<i>Aplysina</i>
17	Esponjas	<i>Cliona varians</i>
18	Esponjas	<i>Geodia neptuni</i>
19	Esponjas	<i>Ircinia strobilina</i>
20	Esponjas	<i>Niphates</i>
21	Esponjas	<i>Niphates digitalis</i>
22	Esponjas	<i>Sphaciospongia vesparium</i>
23	Esponjas	<i>Verongula gigantea</i>
24	Esponjas	<i>Xetospongia muta</i>
25	Corales	<i>Diploria labyrinthiformis</i>
26	Corales	<i>Manicina areolata</i>
27	Corales	<i>Orbicella annularis</i>
28	Corales	<i>Porites astreoides</i>
29	Corales	<i>Porites furcata</i>
30	Corales	<i>Siderastrea radicans</i>
31	Corales	<i>Siderastrea siderea</i>
32	Octocorales	<i>Antillogorgia</i>
33	Equinodermos	<i>Mellita quinquesperforata</i>
34	Equinodermos	<i>Oreaster reticulatus</i>
35	Equinodermos	<i>Tripneustes ventricosus</i>
36	otros Grupos	<i>Phallusia nigra</i>
37	otros Grupos	<i>Sabellastarte magnifica</i>
38	otros Grupos	<i>Sertularella diaphana</i>
39	otros Grupos	<i>Strombus</i>
40	otros Grupos	<i>Trididemnum solidum</i>

Los transectos con mayor número de componentes fueron el transecto del proyecto (TP) el T1 y el T4 (34 componentes). Es preciso señalar que el TP fue el transecto más largo y por tanto de mayor recorrido (740 m). Por el contrario, el transecto con el menor número de componentes fue el T6 con 35.71% de los componentes (ver siguiente figura).

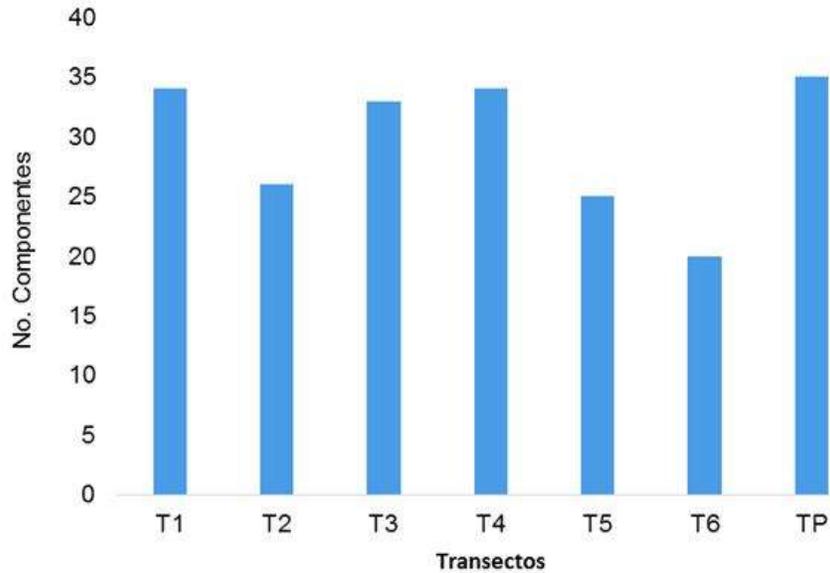


Fig. IV. 29 Número de componentes por transecto.

En la siguiente figura se observa la riqueza de especies por transecto, siendo los transectos del proyecto y el T1 y T4 con 24 especies cada uno. El transecto con menor riqueza fue el T6. Es necesario señalar que al igual que lo planteado para el número de componentes, el TP fue el transecto de mayor recorrido (740 m) por los que las probabilidades de encontrar mayor número de especies se incrementaron.

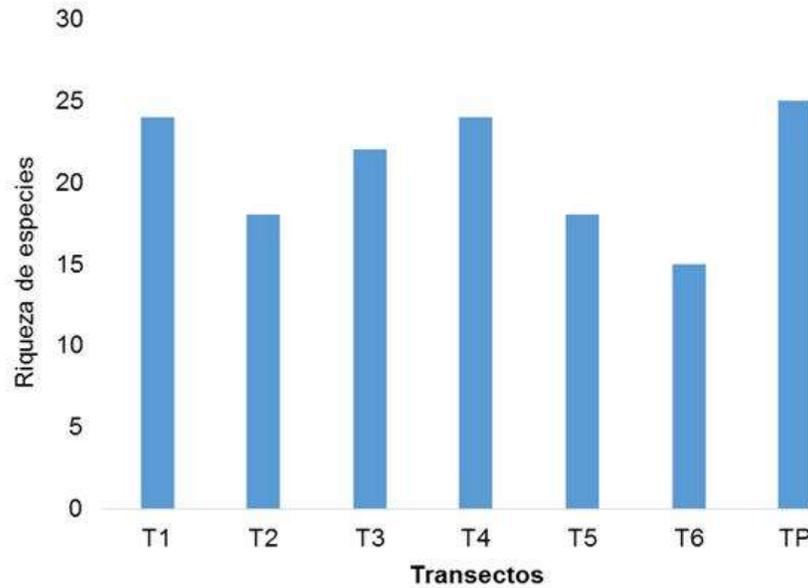


Fig. IV. 30 Riqueza específica por transecto.

### Cobertura macrobentónica

De los 55 componentes macrobentónicos se clasificaron en ocho grupos (ver anexo), esto para facilitar el manejo de la información. El grupo con mayor cobertura para el área de estudio fue algas con una media de 43.98 %, seguido de los sustratos (43.87%), los pastos marinos (9.75%), esponjas (1.38%), corales escleractinios (0.32%), octocorales (0.11%), equinodermos (0.03%) y otros grupos (0.55%).

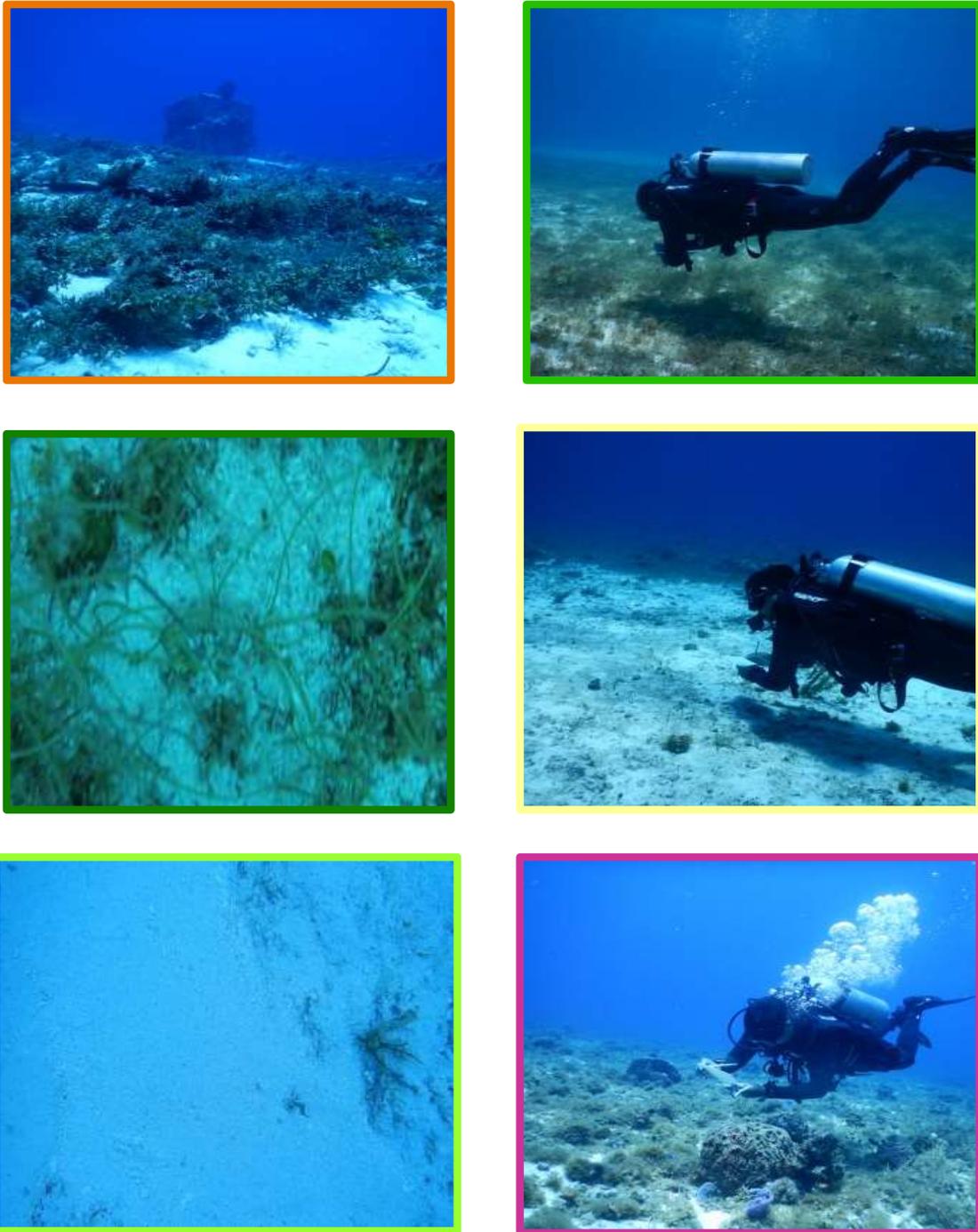
Se calculó la cobertura por transecto de cada grupo macrobentónico y se observó que la cobertura algal fue alta en los transectos T2 (58.56%), T3 (64.65%) y T4 (56.46%); mientras que el grupo de sustratos fue alto en T1 (53.46%), T5 (55.61%), T6 (48.06%) y TP (56.98%). Cabe mencionar que en el T6 los pastos marinos, si bien, no constituían un ecosistema definido y funcional, fue el grupo con mayor cobertura después del sustrato (31.68%) principalmente por la especie *Syringodium filiforme*.

De manera general, los componentes mejor representados fueron las algas (*Lobophora variegata*, en su forma rizada, y *Dictyota spp.*), manchones de pastos marinos (*Syringodium filiforme*) y el sustrato (arena).

Considerando lo descrito anteriormente, se puede considerar que los componentes ambientales no sugieren algún patrón específico o definido, por lo que se puede presumir

que las condiciones son homogéneas, siendo las arenas y las algas los componentes de mayor dominancia.

Por otro lado, es importante aclarar, que las áreas identificadas con corales, pastos marinos o esponjas, en ningún momento refieren a ecosistemas funcionales o comunidades definidas, **si no**, únicamente a individuos aislados y dispersos. Prueba de lo anterior, son las condiciones en las que se encuentran y las superficies que ocupan, mismas que se presentan las siguientes imágenes.



■ Algas ■ Pastos marinos ■ Algas y pastos marinos ■ Arena y rocas ■ Arena ■ Corales y esponjas

Fig. IV. 31 Condiciones de los transectos obtenidas mediante trabajo de campo.

Como se evidencio en las imágenes anteriores, las condiciones del área en ningún momento corresponden a arrecifes de coral, comunidades de esponjas, y/o praderas de pastos. Asimismo, se observó la dominancia de estratos arenosos libres de ecosistemas definidos.

En lo que refiere al trazo del proyecto, se obtuvo que **la arena es el principal sustrato y de mayor dominancia** y a este se encuentran asociados principalmente algas como *Lobophora variegata* y *Dictyota spp.* (Ver siguientes figuras).



Fig. IV. 32 Condiciones dominantes del TP.

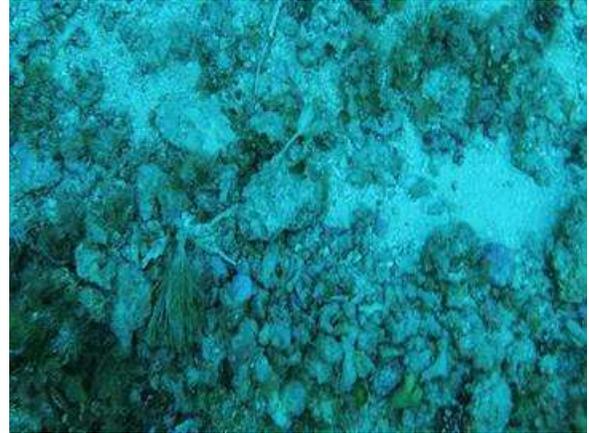


Fig. IV. 35 Condiciones del estrato en el TP.



Fig. IV. 33 Presencia de algas dentro del TP.



Fig. IV. 36 Presencia de *Siderastrea radians* dentro del TP.

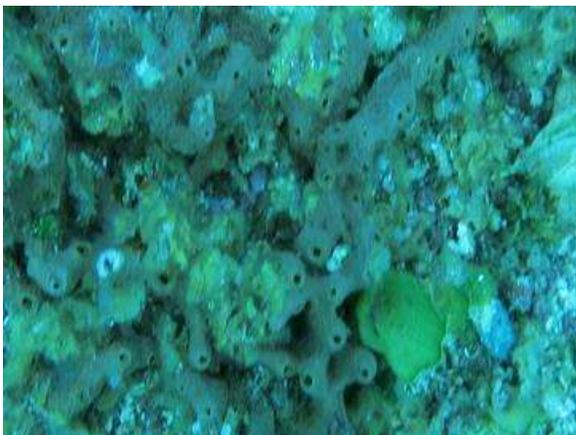


Fig. IV. 34 Presencia de poríferos dentro del TP.



Fig. IV. 37 Condiciones del sustrato dentro del TP.



Fig. IV. 38 Presencia de algunos individuos de pasto marino (*Syringodium filiforme*).



Fig. IV. 39 Presencia de algunos individuos de alga (genero *Udotea*).

### Diferencias en la cobertura de los grupos macrobentónicos

Mediante las pruebas univariadas de Kruskal-Wallis de una vía, se encontró que no hubo diferencias significativas en las coberturas de ninguno de los grupos macrobentónicos al compararse entre transectos, incluido el trazo del proyecto (de manera anexa se presentan los resultados pormenorizados).

### Análisis de diversidad, equidad y dominancia

Utilizando los valores de cobertura de las especies y componentes que conformaron los grupos macrobentónicos, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y la equidad de Pielou ( $J'$ ); en donde el valor medio fue de  $H'=2.18$  bits/ind y el valor de  $J'=0.56$  para el área de estudio.

También se obtuvieron los valores promedio por transecto con la finalidad de realizar un análisis comparativo de los valores. El valor más alto de  $H'=2.63$  bits/ind corresponde al T3, con una  $J'=0.61$ . Contrariamente, el T6 presentó el valor más bajo de  $H'=1.68$  bits/ind y una  $J'=0.51$  (ver siguientes figuras).

Respecto al área del proyecto (TP), presentó un  $H'=1.84$  bits/ind y una  $J'=0.51$ , valores muy cercanos a la media para ambos índices en el área de estudio.

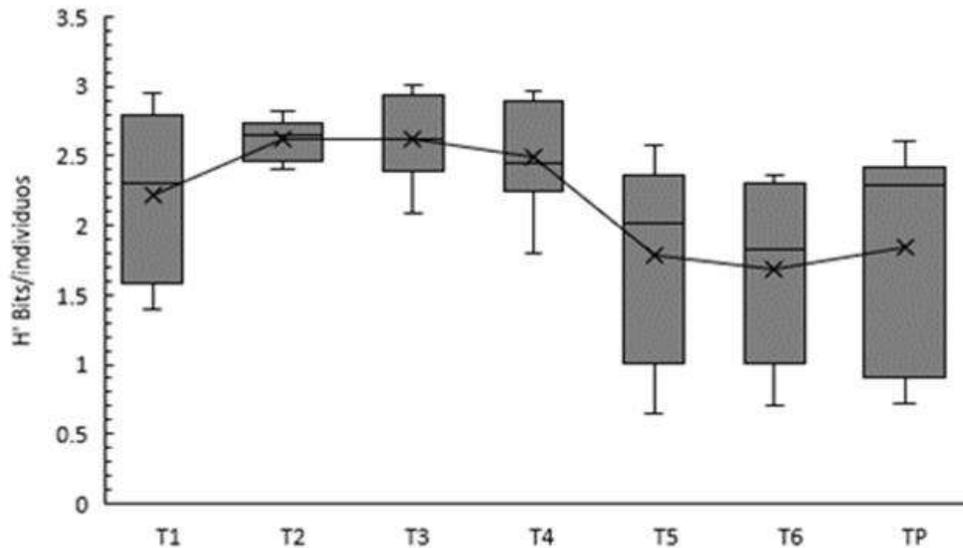


Fig. IV. 40 Valores promedio por transecto del índice de diversidad de Shannon-Wiener.

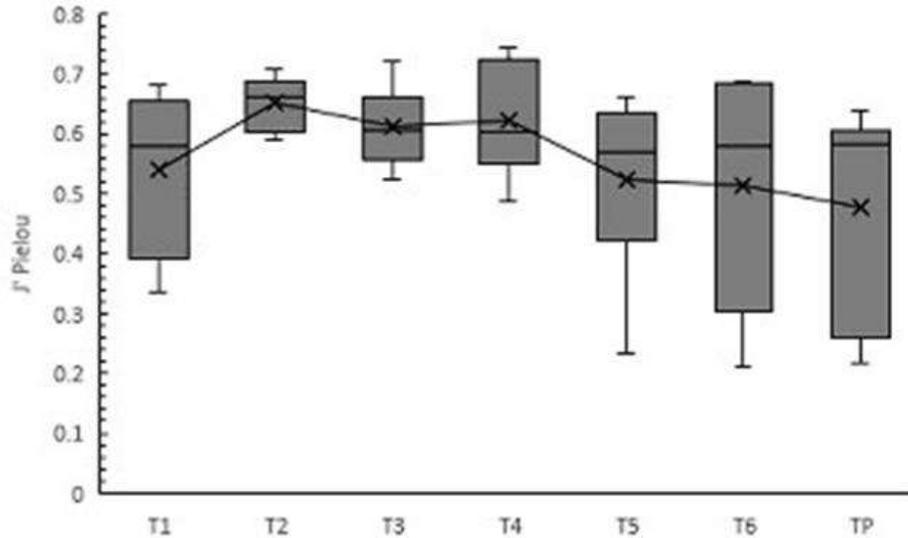


Fig. IV. 41 Valores promedio por transecto del índice de equidad de Pielou

Cabe mencionar que el transecto T2 presentó la equidad más alta ( $J'=0.65$ ), lo anterior resultado de que los individuos están repartidos uniformemente entre las especies, es decir, no hay dominancia.

Adicionalmente se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con la finalidad de identificar diferencias estadísticamente significativas entre los valores registrados en cada transecto. La prueba mostró que sí existen diferencias significativas para los valores medios del índice de Shannon-Wiener ( $H=20.25$ ;  $p=0.0025$ ). La prueba a posteriori mostró que la mayoría de los transectos son significativamente diferentes (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 2 Conformación de grupos semejantes en prueba a posteriori.

Transectos	Rangos	Grupos
T6	13.33	A
T5	17	A
TP	19.14	A
T1	27	A B
T4	33.67	B
T3	38.17	B
T2	38.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Respecto a la equidad de Pielou, la prueba de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas en los valores medios ( $H=8.64$ ;  $p=0.19$ ).

Por otra parte, se calculó el índice de dominancia de Simpson ( $\lambda'$ ) de igual manera que los índices de diversidad y equidad, utilizando los valores de cobertura y componentes que conformaron los grupos macrobentónicos. El valor promedio fue  $\lambda'=0.67$  para toda el área de estudio.

Los valores promedio por transecto señalan que el T2 presentó el valor más alto del índice de dominancia ( $\lambda'=0.74$ ), mientras que el T5 presentó el valor más bajo ( $\lambda'=0.56$ ).

Respecto al TP se registró un valor de  $\lambda'=0.67$ , valor situado dentro de la media encontrada para este índice en el área de estudio (ver siguiente figura).

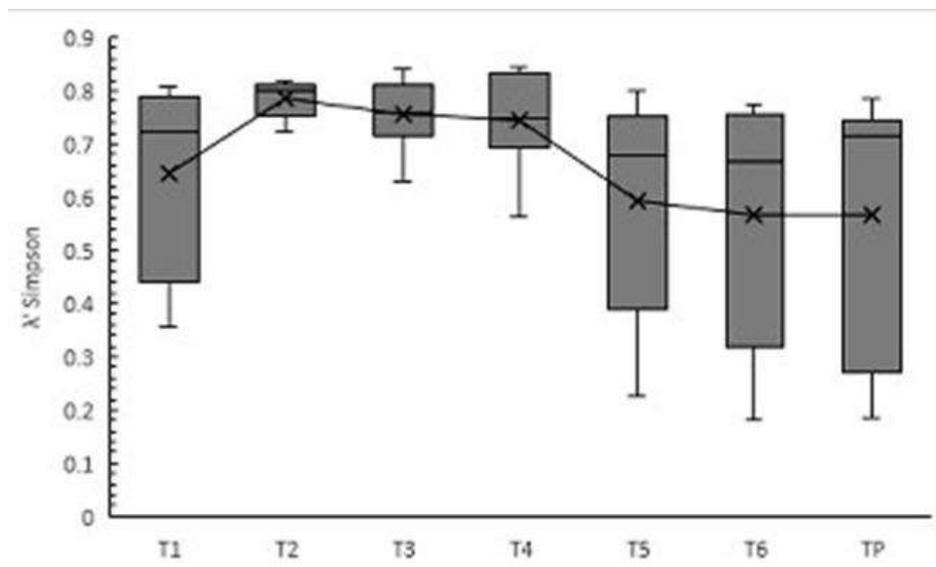


Fig. IV. 42 Valores promedio por transecto del índice de dominancia de Simpson.

La prueba de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas ( $H=14.18$ ;  $p=0.03$ ) entre los valores medios registrados en los transectos para este índice.

Cabe mencionar, que el desarrollo de las pruebas realizadas, puede ser revisado en el anexo del presente capítulo.

### Patrones estructurales de la comunidad macrobentónica

Para identificar los patrones estructurales y de distribución de la comunidad macrobentónica, considerando la riqueza y abundancia, se hicieron análisis multivariados en el que los datos de cobertura se transformaron usando la función raíz cuadrada para construir la matriz de similitud basada en el índice de Bray-Curtis.

Con la información obtenida se realizó un análisis MDS (Multidimensional scaling). Con esta prueba se representaron las distancias entre cada uno de los factores correspondientes a cada sitio. En el análisis se obtuvo un valor de estrés igual a 0.15 lo que indica una imagen bidimensional potencialmente útil con una buena proyección de los datos (Clarke & Warwick, 2001). Adicionalmente, se realizó la verificación cruzada por medio de la superposición de factores obtenidos mediante un análisis clúster. La superposición mostró, con un 60% de similitud, la formación de 5 grupos, observándose que el grupo más grande se conformó por el 60% de las submuestras (ver siguiente figura).

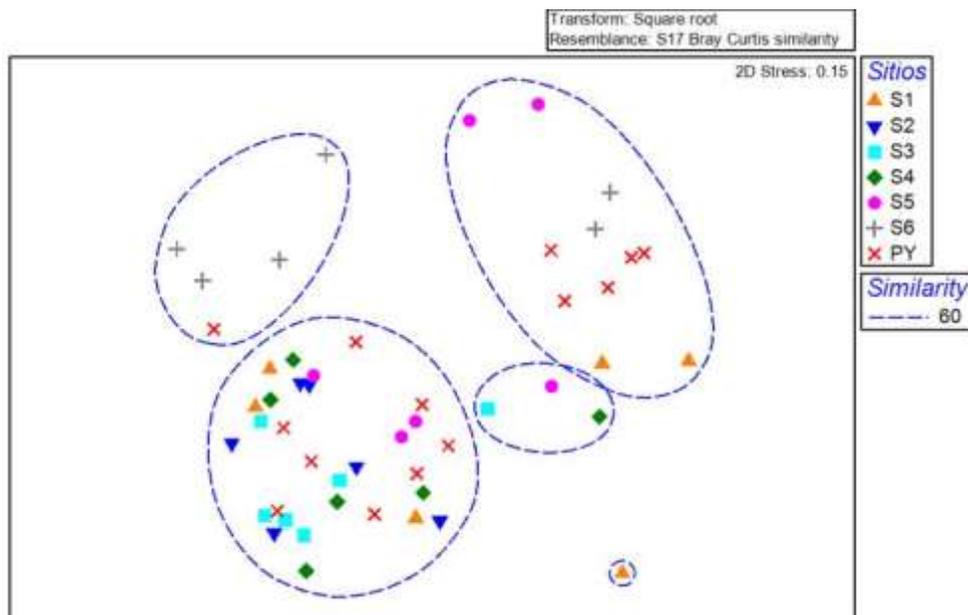


Fig. IV. 43 Análisis MDS con superposición del clúster a 60% de similitud.

Para confirmar lo observado en el análisis MDS, se realizó la prueba ANOSIM de una vía. Con esta se obtuvo un valor global del estadístico  $R=0.24$ ;  $p=0.001$  este valor de  $R$  al no sobreponerse sobre la distribución creada indica que sí existen diferencias significativas entre los factores.

Las pruebas pareadas mostraron que existen diferencias significativas ( $p<0.05$ ) en el 62% de los sitios contrastados por tanto el 38 % de los contrastes restantes corresponden a sitios similares ( $p>0.05$ ), la mayoría de estos casos se encuentran dentro del grupo más grande que se formó en la superposición de factores obtenidos mediante el análisis clúster.

Con respecto al sitio del trazo del proyecto, sólo se encontraron diferencias significativas con los sitios 1, 3 y 6.

Las agrupaciones que presentan mayores diferencias entre sí son el sitio S3 y S6 (51.97%), seguidos de S1 y S6 (50.56%). Los sitios S2 y S3 son los grupos que presentan mayor similitud entre sí (30.13%), en relación a los valores de coberturas macrobentónicas (lo anterior puede ser revisado en los anexos del presente capítulo).

Cabe mencionar que la similitud media se obtiene de igual manera con dicho análisis. Para el sitio S1 la arena, *Lobophora variegata* y las algas contribuyen con más del 57% de la similitud dentro de este. En los sitios S2 y S3 arena, *Lobophora variegata* y *Dictyota* contribuyen con casi el 60%, mientras que en el S4 contribuyen con más del 60%. En el sitio S5 arena y *Dictyota* contribuyen con más del 66% de similitud; mientras que en el S6 arena y *Syringodium filiforme* contribuyen al 61.32%. En lo que corresponde al sitio Py, arena y *Dictyota* contribuyen al 57.88% de similitud (ver anexo).

## **Evaluación por grupos macrobentónicos**

### **Algas y pastos marinos**

En el presente estudio se determinaron 12 especies de algas. En lo que corresponde a pastos marinos sólo se registraron individuos dispersos de dos especies (*Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*), por lo que no es posible considerar estas agrupaciones o manchones como un ecosistema definido.

Cabe mencionar, que la presencia de pastos marinos (*Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*) en el área de estudio se encuentra de manera dispersa y poco consolidada, por lo que no es posible considerar estas agrupaciones o manchones como un ecosistema definido. Debido a su composición específica, la escasa superficie de ocupación y arreglo (consolidación), estas agrupaciones no proveen de los servicios ecosistémicos característicos de las praderas marinas, como son sitios de anidación, reproducción, refugio o alimentación, así como contención de sustrato o filtración de partículas.

Lo anterior coincide con el estudio realizado por Loreto-Viruel et al. (2017), en donde identifica nuestra área de estudio como sitio XXXII, mismo que describe como un amplio arenal sin desarrollo arrecifal, en donde se pueden encontrar algunos pastizales de *Thalassia testudinum* en zonas cercanas a la playa, misma que se considera de tipo rocosa. Asimismo, cuenta con una planicie algal conocida con localidad de "San Juan". En este sentido, las características obtenidas mediante el trabajo de campo concuerdan con lo referido por Loreto-Viruel et al. (2017), siendo este un sitio con alta riqueza algal, en donde la especie *Lobophora variegata* presenta la mayor cobertura.

Mediante la siguiente imagen se pueden constatar las condiciones de las áreas que presentan mayor cobertura y densidad de pastos marinos, mismas que se encuentran de forma dispersa y poco consolidada. Asimismo, es importante mencionar que dichas áreas se localizaron dentro del transecto 6, el cual corresponde al transecto más alejado del área del proyecto (TP).

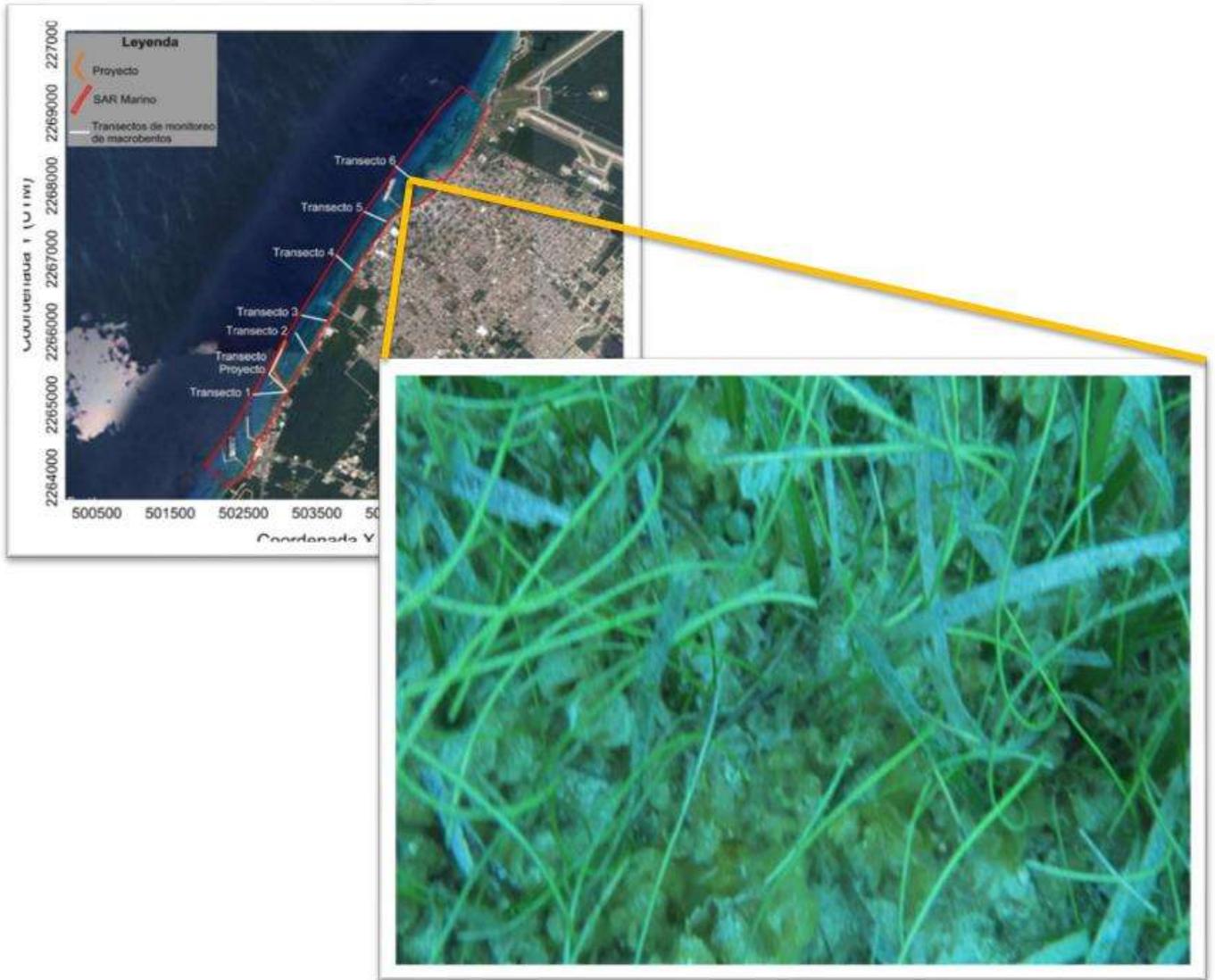


Fig. IV. 44 Condiciones de los pastos marinos en las zonas donde existe mayor "densidad".

De igual manera, se tiene que lo anterior coincide con lo reportado por GEOMAR (2016), donde mediante cinco estaciones de muestreo determino que para el extremo norte del SAR marino el predominio del macrobentos se relacionaba con la presencia de algas y pastos marinos de las especies *Syringodium filiforme* y *Halophila engelmannii* (ver siguiente figura).

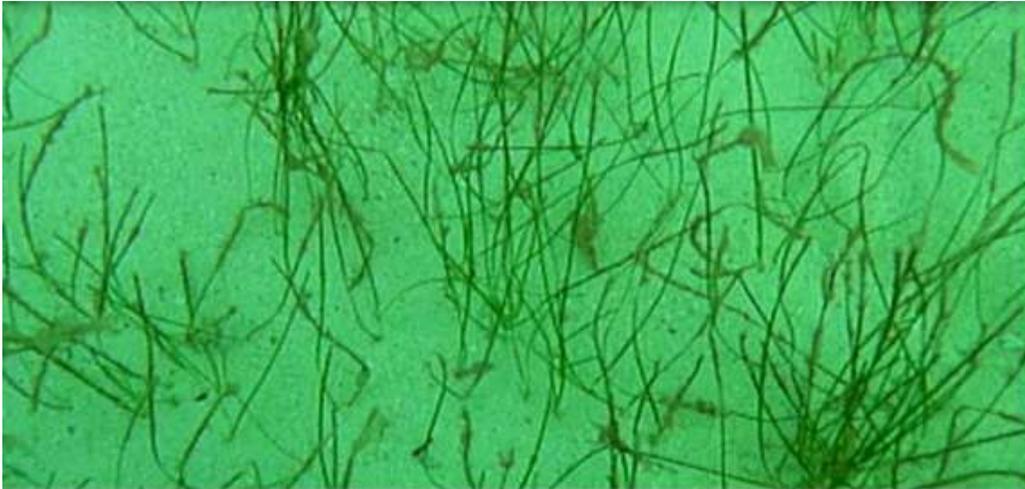


Fig. IV. 45 Fondo arenoso con individuos de *Syringodium filiforme* (GEOMAR, 2016).

### Esponjas

Dentro del trabajo de campo se reportaron diez especies y tres morfotipos (tubulares, globulares e incrustantes).

La mayor cobertura de esponjas se encontró en las últimas submuestras de los transectos, es decir, hacia el cantil, concordando con lo registrado por Loreto-Viruel et al. (2017) en el que menciona que las esponjas son dominantes hacia el cantil, encontrando diferentes morfotipos. No obstante, la baja riqueza de este grupo es probable que se deba a que es difícil de estudiar y por lo tanto identificar, debido a la plasticidad de sus características biológicas (Gómez, 2002).

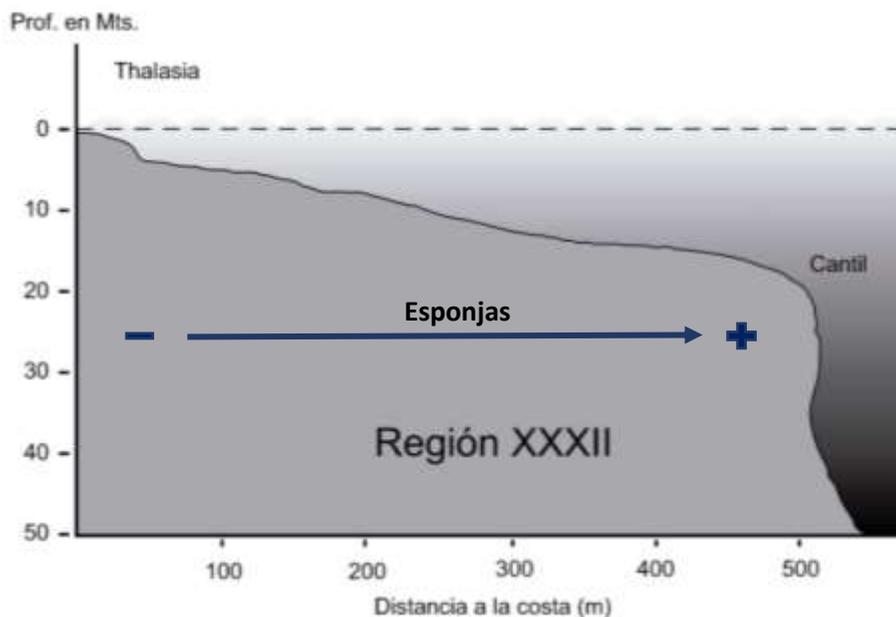


Fig. IV. 46 Caracterización del perfil de la zona de estudio conforme Loreto-Viruel et al. (2017). Tomado y modificado de Loreto-Viruel et al. (2017).

Como se sabe, la importancia ecológica de las esponjas se debe en gran parte a su capacidad para filtrar grandes cantidades de agua (Carballo y Gómez, 2002). Debido a esta capacidad de filtración cumplen con una función muy importante en el acoplamiento bento-pelágico, ya que entrelazan las cadenas alimentarias entre los distintos organismos de los ecosistemas marinos, además de ser capaces de retirar hasta el 90% de las bacterias y entre el 23 y el 63% de los virus del agua (Hadas et al., 2006). Asimismo, se consideran importantes en el ciclo del carbonato de calcio, por su continuo proceso de bioerosión y reincorporación de material calcáreo al medio (Nava y Carballo, 2008). Sin embargo, durante los trabajos de campo en la zona de estudio, no se registraron colonias de estos organismos, y únicamente se identificaron de manera dispersa y aislada algunos individuos (principalmente del género *Aplysina*). En este sentido, se tiene que el papel ecológico que dichos organismos adquieren en la zona, radica principalmente en ser organismos simbioses de algunos microorganismos (Hentschel et al., 2006).

### Corales

En lo que respecta al grupo de corales, mediante el trabajo de campo únicamente se identificaron siete especies, mismas que se refirieron en apartados anteriores.

Cabe mencionar, que dentro de los diferentes transectos no se encontraron estructuras arrecifales, sino, únicamente individuos aislados. Lo anterior, coincide con el estudio realizado por Loreto-Viruel et al. (2017), el cual indica que en la zona de sotavento de la Isla Cozumel, frente al pueblo de San Miguel de Cozumel no hay un desarrollo arrecifal, debido a que no hay un sustrato duro para la fijación de los organismos, además de que no hay corales constructores arrecifales importantes, llegando a encontrar únicamente *Mycetophyllia danae*, *Agaricia agaricites*, *Agaricia tenuifolia* y *Porites divaricata*. Asimismo, dentro del mismo estudio, se describe un amplio arenal que va desde la línea de costa hasta el cantil con algunos parches de *Thalassia testudinum* y/o *Syringodium filiforme*.

Por otra parte, GEOMAR (2016), mediante cinco estaciones de muestreo determino que para el extremo norte del SAR marino el predominio del macrobentos se relacionaba con la presencia de algas y algunos pastos marinos, sin tener presencia de arrecifes de coral (ver siguiente figura).



Fig. IV. 47 Estaciones de muestreo del macrobentos (GEOMAR, 2016)

Así bien, cabe mencionar que la mayor importancia y relevancia ecológica de los arrecifes de coral como un ecosistema, son los beneficios que brinda para el ser humano, desde la protección a la erosión de sus costas, hasta el turismo que se encuentra ligado a ellos, pasando por controles de CO<sub>2</sub>, fijación de nitrógeno, formación de playas, etc. (Torruco et al. 2006). Bajo la perspectiva natural, los diferentes hábitats que conforman el arrecife sirven como zonas de refugio, agregación, crecimiento y/o reproducción de diversos organismos, muchos de ellos de gran importancia comercial. Sin embargo, para el caso que nos ocupa y conforme a los estudios de campo, dichos ecosistemas no fueron identificados, sino, únicamente individuos aislados y de manera dispersa que ni en el mejor de los casos llegaban a formar colonias.

Entre las especies con mayor presencia se identificaron a *Manicina areolata* y *Porites furcata*. En lo que respecta a *Manicina areolata* (ver siguiente figura), es una especie que habita en zonas de aguas poco profundas donde hay sedimentación, así como zonas inclinadas con fondo sólido. Es común su distribución en Florida, el Caribe, y Bahamas. Por lo general, las colonias más grandes se adhieren (no permanentemente, ya que pueden desprenderse o volverse a unir si es necesario) y se encuentran en entornos de arrecifes poco profundos, en

lo que respecta a las colonias más pequeñas de vida libre estas se encuentran en lechos de pastos marinos submareales (Aronson, *et al*, 2008; AIMS, 2013).

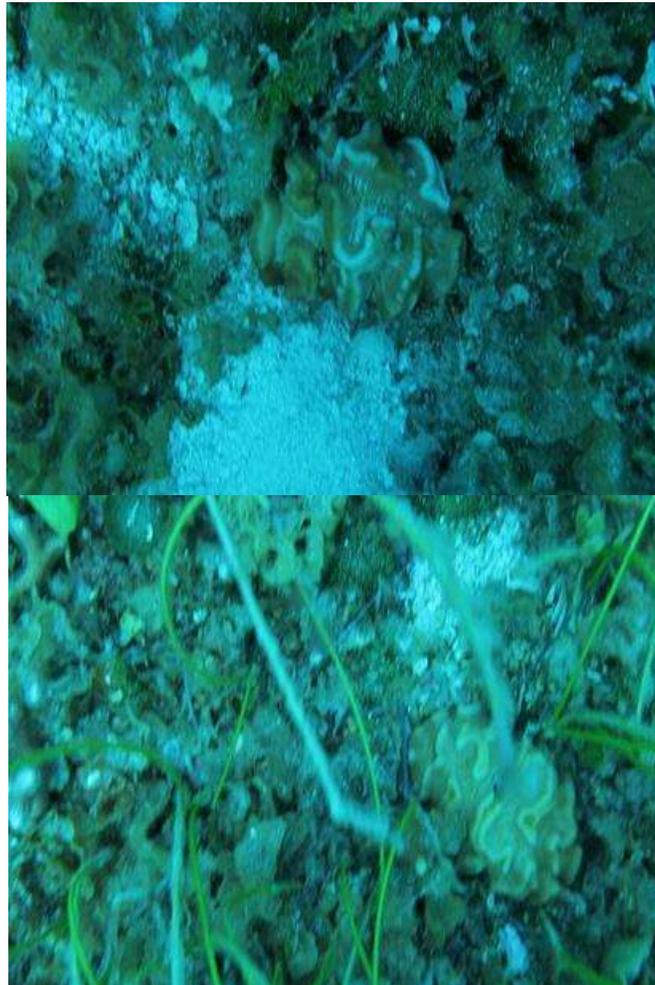


Fig. IV. 48 Individuos de *Manicina areolata* en un sustrato arenoso (imágenes tomadas en campo).

A pesar de que la evidencia sugiere que los hábitats de los arrecifes de coral han disminuido, en general en la isla de Cozumel, de acuerdo con lo documentado durante los estudios de campo y comparando con los estudios previos, la presencia de estas especies en el SAR no ha tenido cambios notables.

Para el caso de *Porites furcata* (ver siguiente imagen), se considera una especie común en todos los ambientes desde zonas someras hasta profundas, con un rango batimétrico de 0.5 a 50 m. Se le puede encontrar en casi todas las zonas arrecifales y también sobre muchos fondos arenosos o fangosos. Suelen ser muy abundantes las formas masivas a profundidades

menores de 15 m. Por debajo de dicha cota y hasta poco más de 40 m se pueden encontrar las formas más o menos aplanadas.



Fig. IV. 49 Individuo de *Porites furcata* en un sustrato arenoso (imagen tomada en campo).

Entre los principales factores que indican en su permanencia o distribución de *Porites furcata*, se tienen, los naturales, representados por tormentas tropicales de diferentes magnitudes y que son frecuentes en las zonas donde se desarrollan los arrecifes, así como, las descargas de ríos y el cambio climático global; respecto a los antrópicos se tienen la contaminación, el desarrollo costero y las actividades turísticas, entre otros.

Finalmente, cabe mencionar, que dicha especie resulta ser muy resistente al estrés hidrometeorológico y al daño mecánico, así como moderadamente tolerante a la acción de sedimentos y contaminantes urbanos (González, 2004).

### **Conclusiones de macrobentos**

De manera general, se puede afirmar que dentro del SAR se cuenta con condiciones “homogéneas” en lo que respecta a las comunidades macro bentónicas, identificando únicamente algunas dominancias, que en la mayoría de los casos, resultan no significativas. Lo anterior, se atribuye a dos aspectos relevantes, las condiciones físicas y químicas y a los procesos hidrodinámicos que dominan en la zona.

Por otro lado, la ausencia de ecosistemas de manglares, aportaciones de agua dulce, el predominio de sustrato arenoso y las diferentes actividades antrópicas tanto en el SAR como

área del proyecto, se ven reflejadas en la diversidad presente, que si bien, conforme al índice de Shannon- Wiener en promedio se considera como media baja ( $H' = 2.18$  bits/ind), para ecosistemas marinos del Caribe incluyendo las ANP presentes en la costa oeste de la isla, resulta baja. Aunado a lo anterior, se tiene la ausencia de especies carismáticas, de relevancia ecológica y comercial lo que se refleja directamente en la diversidad del sitio.

Dado lo anterior, se tiene que la mayoría de las especies identificadas son consideradas de amplia distribución en aguas tropicales, generalistas y resistentes a las diversas presiones antrópicas (cambios de temperatura, calidad de agua, etc.).

Cabe mencionar, que de las especies identificadas únicamente tres se encuentran dentro de alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo *Syringodium filiforme* (Amenzada), *Thalassia testudinum* (Protección especial) y *Orbicella annularis* (Amenzada). Las dos primeras corresponden a las especies de pastos, con una distribución homogénea dentro del SAR, sin que su composición corresponda a praderas de pastos marinos, si no, únicamente a individuos dispersos. En lo que respecta a *Orbicella annularis*, su distribución es aleatoria, identificándose únicamente dentro del transecto 1, siendo este el más próximo al ANP "Arrecifes Cozumel". Lo anterior de acuerdo a los estudios realizados y mismos que se incluyen de manera anexa.

Finalmente, en lo que respecta al trazo del proyecto, se tiene que las condiciones actuales se definen principalmente por arenas, sin presencia de estructuras arrecifales o praderas marinas, teniendo como principales componentes las algas y algunos individuos dispersos de pastos marinos.

### **Ictiofauna**

Conforme a los trabajos de campo se tiene que la especie *Thalassoma bifasciatum* (ver siguiente figura), fue la que obtuvo el mayor número de registros (693), encontrándose en todos los transectos de la zona de estudio.

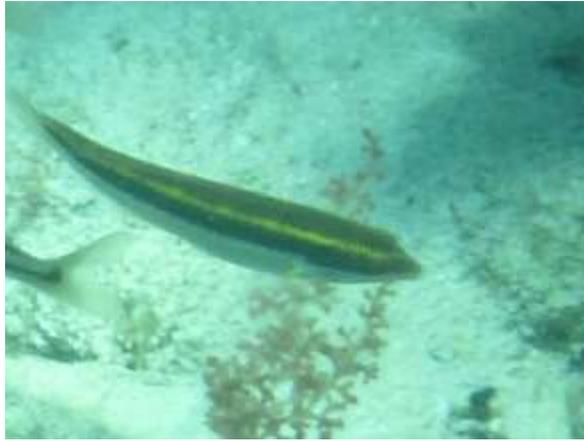


Fig. IV. 50 Fig. IV.44. Individuo de *Thalassoma bifasciatum* (cara de cotorra).  
Imagen tomada de internet.

Si bien, la presencia de esta especie está asociada principalmente a zonas de arrecife y lechos de pastos marinos, también se le puede encontrar en bahías costeras y zonas someras (profundidades de 0-40 m), como es el área de proyecto, en donde se alimenta principalmente de zooplancton y pequeños animales bentónicos.

Por otro lado, se tiene que esta especie presenta una amplia distribución que va desde las Bermudas, Florida (EE. UU.), Sureste del Golfo de México y en todo el Mar Caribe hasta el norte de América del Sur (ver siguiente figura).



Fig. IV. 51 Distribución nativa de *Thalassoma bifasciatum* (cara de cotorra).  
Imagen tomada de internet. (Fishbase.se).

En lo que respecta al transecto del proyecto, se tiene que la especie con mayor número de registros fue *Halichoeres garnoti* (75), la cual al igual que *Thalassoma bifasciatum*, su presencia está asociada principalmente a zonas de arrecife, sin embargo, también se le puede encontrar en zonas someras (profundidades de 4-60 m), como es el área de proyecto, y salientes rocosos en donde se alimenta principalmente de invertebrados. Se considera una especie en constante movimiento, pero fácilmente atraída por los buzos.



Fig. IV. 52 Individuo de *Halichoeres garnoti* (labrido cabeza amarilla).  
Imagen tomada de internet.

En lo que refiere a su distribución, presenta una amplia distribución que va desde las Bermudas y el sur de Florida (EE. UU.), hasta el sureste de Brasil (ver siguiente figura).



Fig. IV. 53 Distribución nativa de *Halichoeres garnoti* (labrido cabeza amarilla).  
Imagen tomada de internet. (Fishbase.se).

Por otro lado, se identificaron cinco especies de peces que se encuentran bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y mismas que presentan una amplia distribución en aguas tropicales (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 3 Especies ícticas en NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Scarus iseri</i>	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Scarus taeniopterus</i>	
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	
<i>Sparisoma rubripinne</i>	
<i>Sparisoma viride</i>	

Es importante mencionar, que entre las principales presiones a las que se encuentran sujetas dichas especies, es su captura como peces de ornato.

Finalmente, se tiene que dentro del área de estudio no se identificó ninguna especie carismática, de las que refiere la bibliografía para la zona, como son tiburones, tiburones ballena, rayas, delfines o hipocampos (caballitos de mar). Lo anterior, se considera como resultado de que la distribución de las especies y la estructura de las comunidades están relacionadas con las condiciones ambientales de cada hábitat (profundidad, tipo de sustrato, calidad del agua). En este sentido, si bien, el área de estudio muestra condiciones bióticas y abióticas adecuadas para el desarrollo de ictiofauna, estas no son tan favorables como las áreas arrecifales presentes en la zona del caribe y en especial las consideradas Áreas Naturales Protegidas (Parque Nacional Arrecifes de Cozumel), en donde se encuentra una mayor diversidad de especies y comunidades más complejas.

Así, las especies presentes tanto en el área del proyecto como en el SAR, son consideradas como de amplia distribución, poco específicas y generalistas. Lo anterior se refuerza, con el hecho de no contar con ecosistemas de relevancia como arrecifes de coral o praderas de pastos marinos dentro de estas áreas.

### Riqueza y abundancia de la ictiofauna

En el área de estudio se identificaron un total de 48 especies de peces, siendo *Thalassoma bifasciatum* el pez más abundante (31.70%), seguido de *Halichoeres garnoti* con 13.95% de la abundancia total (ver anexo).

El transecto con mayor abundancia fue el T3 con 24.84%, seguido del T1 con 17.29% de la abundancia. El transecto con la abundancia más baja fue el T6 con una abundancia de 4.53% (ver siguiente figura).

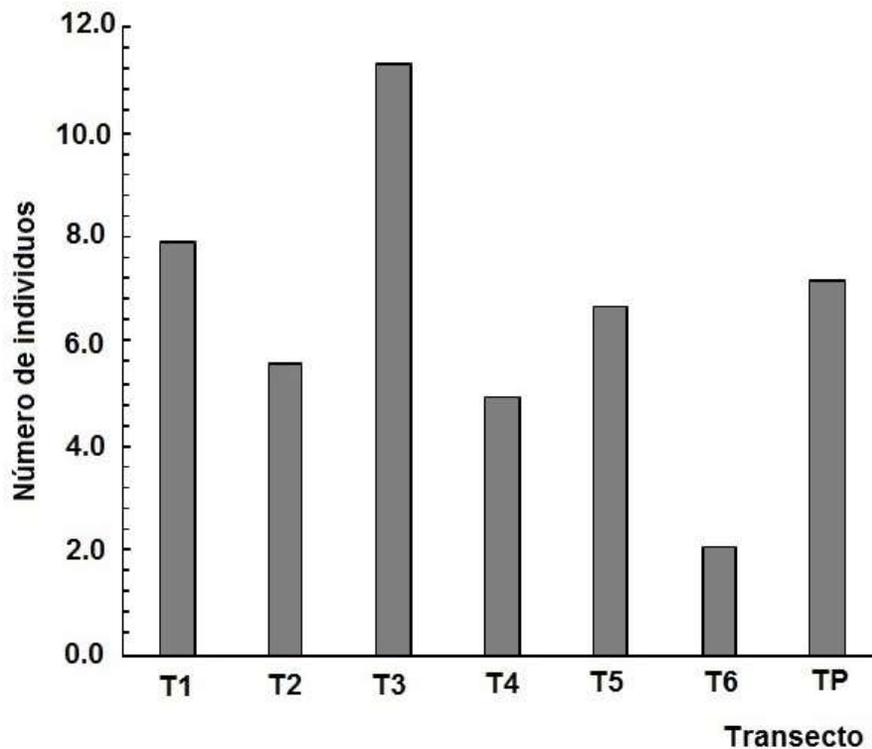


Fig. IV. 54 Abundancia íctica promedio por transecto.

Con base a la agrupación de las especies por gremios tróficos siguiendo las asignaciones propuestas por Fishbase y Shorefishes of the Greater Caribbean (Froese & Pauly, 2019; Robertson et al., 2015), se encontró la presencia de cuatro gremios tróficos en el área de estudio, siendo el gremio de los zooplanctófagos el más abundante con un 39.15% del total de la abundancia, seguido de los herbívoros-detritívoros con 34.53%; en menor proporción el gremio de los carnívoros/predadores con 24.56 % y los omnívoros con 1.73 %.

Mediante la siguiente tabla, se presenta un cuadro resumen de los valores obtenidos para cada transecto, los resultados pormenorizados se anexan.

Tabla IV. 4 Resultados de la riqueza íctica por transecto.

Transecto	Abundancia promedio (ind/300m)	Riqueza especies	Especies dominantes	Grupo trófico dominante
1	7.88	21	<i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Stegastes partitus</i> <i>Halichoeres bivittatus</i>	Zooplanctófagos
2	5.58	28	<i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Chromis cyanea</i> <i>Stegastes partitus</i>	Zooplanctófagos
3	11.31	20	<i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Halichoeres garnoti</i> <i>Stegastes partitus</i>	Herbívoros-detrítivos
4	4.92	18	<i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Halichoeres garnoti</i> <i>Stegastes partitus</i>	Zooplanctófagos
5	6.65	18	<i>Acanthurus chirurgus</i> <i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Haemulon melanurum</i>	Herbívoros-detrítivos
6	2.06	17	<i>Scarus taeniopterus</i> <i>Thalassoma bifasciatum</i>	Herbívoros-detrítivos
Trazo del proyecto	7.15	26	<i>Halichoeres garnoti</i> <i>Abudefduf saxatili</i> <i>Stegastes partitus</i>	Carnívoros-predadores

### Diferencias en la riqueza y abundancia íctica

Con el fin de detectar diferencias estadísticamente significativas en la riqueza y abundancia íctica entre las zonas de los transectos, se realizaron pruebas univariadas de Kruskal-Wallis de una vía, mediante las cuales se encontró que no existen diferencias significativas en la riqueza y abundancia íctica, incluido el trazo del proyecto.

Esta misma prueba se realizó para comparar la abundancia de los gremios tróficos encontrados en cada transecto y se encontró que tampoco existieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

De manera anexa se presentan los resultados pormenorizados.

### Patrones estructurales de la comunidad íctica

Con el fin de analizar los patrones estructurales y de distribución de la comunidad íctica, se realizó la transformación de la matriz de abundancia mediante la función raíz cuarta con la finalidad de eliminar valores extremos y construir una matriz de similitud basada en el índice de Bray-Curtis.

Ya que estos datos fueron tomados puntualmente no se pudieron subdividir las muestras como en el caso de la comunidad bentónica, por lo que se utilizó cada transecto como factor correspondiente a cada zona donde fue realizado con la finalidad de ser comparado mediante un análisis MDS (ver siguiente figura).

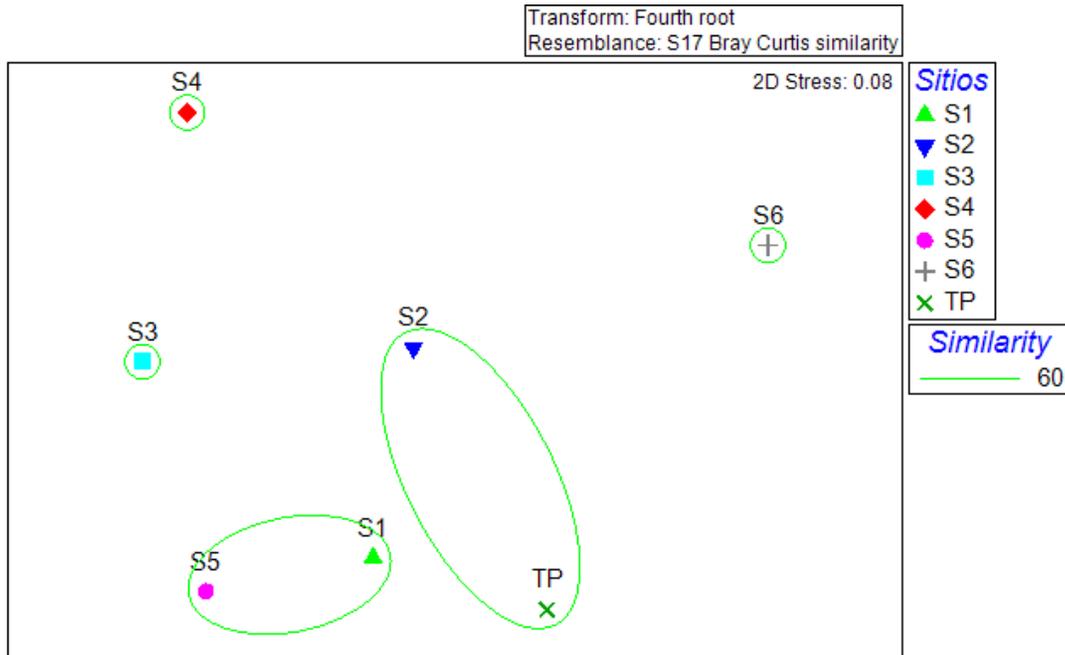


Fig. IV. 55 Análisis MDS con superposición del clúster a 60% de similitud.

Adicionalmente, se realizó la verificación cruzada por medio de la superposición de factores obtenidos mediante un análisis clúster. La superposición mostró, con un 60% de similitud, la formación de 2 grupos de similitud, uno formado por el sitio 1 y 5 y otro correspondiente a la zona del proyecto (TP) y el sitio 2.

No se realizó la prueba de contraste ANOSIM debido al reducido número de muestras con el que contó cada sitio, por tanto, se puede asumir que según las pruebas univariadas de Kruskal-Wallis no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en los valores de riqueza y abundancia íctica entre los sitios contrastados.

### **Relación de la comunidad macrobentónica y la estructura comunitaria íctica**

Se realizó la prueba de correlación de matrices de similitud basadas en el índice Bray-Curtis correspondientes a la estructura de la comunidad íctica y macrobentónica mediante el método de correlación de Spearman.

Se obtuvo un valor de  $Rho = 0.512$ ;  $p = 0.063$ , lo cual indica que no existe correlación en las matrices correspondientes a la comunidad íctica y macrobentónica ya que el coeficiente de Spearman obtenido no es significativo.

Igualmente se realizaron pruebas de correlación entre los gremios tróficos y los principales componentes macrobentónicos encontrados (pastos marinos, algas, sustratos, e individuos de coral).

En todas las comparaciones se encontraron valores de correlación relativamente bajos sin ser significativos, por tanto, la posible correlación que pueda existir no se encuentra reflejada en los valores encontrados en este estudio (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 5 Resultados análisis de correlación de Spearman.

Gremio trófico	Componente macrobentónico	Spearman	p-valor
herbívoros-detritívoros	Pastos marinos	-0.64	0.1153
herbívoros-detritívoros	Algas	0.39	0.3359
herbívoros-detritívoros	Sustratos	-0.07	0.8611
herbívoros-detritívoros	Corales	0.41	0.3639
carnívoro/predador	Pastos marinos	-0.43	0.2938
carnívoro/predador	Algas	0.21	0.5997
carnívoro/predador	Sustratos	-0.07	0.8611
carnívoro/predador	Corales	0.07	0.8745
zooplanctófago	Pastos marinos	-0.57	0.1616
zooplanctófago	Algas	0.79	0.0543
zooplanctófago	Sustratos	-0.43	0.2938
zooplanctófago	Corales	0.56	0.195
Omnívoros	Pastos marinos	-0.25	0.5852
Omnívoros	Algas	0.32	0.4779
Omnívoros	Sustratos	-0.09	0.8477
Omnívoros	Corales	-0.3	0.5145

### Cambios temporales del macrobentos dentro del SAR marino

Considerando lo reportado por Muckelbauer (1990) para la costa occidental de Cozumel y los resultados de este estudio puede sugerir que, a pesar de que el desarrollo turístico de Cozumel y en particular la construcción de los muelles de cruceros ha ido creciendo desde los años 70, la distribución de especies del macrobentos en el transecto perpendicular a la costa no se ha modificado significativamente. Muckelbauer (1990) describió en el área del

SAR marino un transecto: Sector Naval (adyacente al muelle de cruceros de Punta Langosta) (ver siguiente figura).

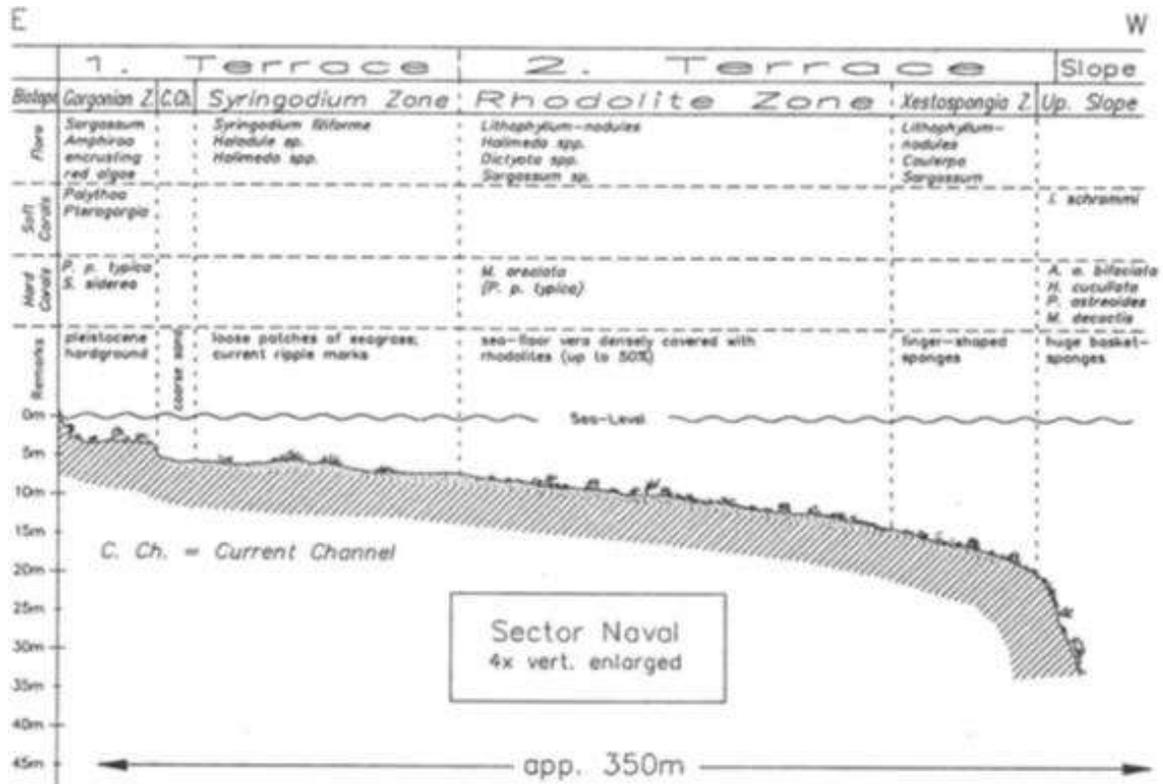


Fig. IV. 56 Perfil de la plataforma marina y biotopos cerca del Sector Naval de Cozumel, Q.Roo (tomada de Muckelbauer, 1990).

Este transecto coincide aproximadamente con el transecto 5 de nuestro estudio. Muckelbauer (1990) describió que en la primera terraza (hasta los 5 m) el fondo está dominado por *Sargassum sp.* y algas rojas incrustantes, así como individuos de corales como *Porites porites* y *Siderastrea siderea*, además de octocorales de los géneros *Palythoa* y *Pterogorgia*. Entre los 5 – 7 m describió fondos arenosos cubierto de parches de dos especies de pastos *Syringodium filiforme* y *Halodule sp.*, así como el alga *Halimeda spp.* Entre los 7 y 10 m, describió el fondo marino cubierto hasta en un 50 % por rodolitos (algas rojas que sintetizan esqueletos de carbono) además de otras algas como *Halimeda sp.*, *Dyctiota sp.* y *Sargassum sp.*, además de individuos de corales como *Manicina areolata*. Después de los 10 m y hasta el borde del talud (20 m) reportó algas de los géneros *Caulerpa* y *Sargassum*. Ya después de los 20 m y hasta los 35 m determinó otras especies de corales y octocorales.

Lo anterior, coincide con lo obtenido mediante los trabajos de campo, lo que confirma que las condiciones de la zona de estudio no presentan modificaciones significativas en lo que refiere

a la configuración y composición del macrobentos (de manera anexa, se pueden ver las especies identificadas por Muckelbauer y la tabla del apartado Diferencias en la cobertura de los grupos macrobentónicos)

### **Colonización de estructuras artificiales**

Una estructura o sustrato artificial está definido como aquella hecha por el hombre que es sumergida y es susceptible a la colonización (Svane & Petersen, 2001). La presencia de este tipo de estructuras permite el reclutamiento de larvas y especies pioneras o “estrategas r” (Rosenberg, 2001; Harkantra & Rodrigues, 2003; Walker et al., 2007), es decir, organismos que se caracterizan por ciclos de vida cortos, alta fecundidad, alta dispersión y alta tolerancia a la perturbación. Posteriormente, coexistirán especies pionera y especies tardías y finalmente, la comunidad estará dominada por especies tardías o “estrategas k” que se caracterizan por organismos de ciclos de vida largos y por ser buenos competidores (Connell & Slatyer, 1977).

Las especies pertenecientes a la estrategia r pocas veces sufren presión intensa a raíz de la competencia, por lo que no presentan mecanismos para una capacidad competitiva de gran fuerza. Por otra parte, las especies correspondientes a la estrategia K viven bajo presiones de competencia que operan entre las especies y en cada una de ellas. De esta manera, las presiones de la selección K alientan el uso más eficiente de los recursos por parte de los organismos y será el competidor superior, por lo general, el que transforme los recursos limitantes en adultos susceptibles de reproducción con mayor rapidez (Krebs, 2008).

Es por esto que, al colocar la estructura del muelle, se prevé este se vea colonizada principalmente por organismos pioneros como los balanos, bivalvos, briozoos, esponjas, hidroides y el tapete algal (Walker et al., 2007). Estos organismos modificarán las condiciones para el establecimiento de nuevas especies y así sucesivamente (Connell & Slatyer, 1977). Cabe mencionar que, organismos como los balanos, bivalvos y briozoos no se registraron en los transectos analizados debido a que son organismos que requieren de sustratos duros para su fijación y crecimiento.

Por otra parte, los datos obtenidos de coberturas macrobentónicas, el grupo biótico mejor representado es el de las algas (43.98%), organismos que corresponden a los estrategias r ya que presentan un desarrollo rápido, el tamaño corporal es menor, presentan ciclos de vida cortos y dejan un gran número de descendientes por generación. Son organismos generalistas y pueden vivir en diferentes condiciones. Por el contrario, los corales son organismos considerados como estrategias K debido a que son grandes competidores, son organismos de gran tamaño, sus ciclos de vida son largos y se les considera especialistas por lo que un cambio relativamente pequeño en las variables ambientales puede dañar a la comunidad.

Considerando lo anterior, los pilotes del muelle propuesto para construir, se constituirá en un sustrato importante para parte de los grupos bentónicos descrito en el lugar como por ejemplo es posible apreciar en uno de los pilotes del muelle Cozumel Cruise Excursions, situada al sur del proyecto (ver siguiente figura).



Fig. IV. 57 Cubrimiento por algas y otros organismos bentónicos de un pilote del muelle Cozumel Cruise Excursions.

### **Recursos pesqueros**

Los recursos pesqueros más importantes para el estado de Quintana Roo, son especies de escama y los crustáceos, dentro de los cuales destacan el mero, rubio, esmedregal, pargos y guachinangos, así como la langosta y el camarón. Por otro lado, se considera de importancia la pesca de tiburón. En 2011 las mayores capturas fueron de camarón, pulpo y mero, seguida por la langosta, tiburón y de más especies de escama.

Cabe mencionar, que de acuerdo a la Alianza Kanan kay<sup>11</sup> entre las principales amenazas a las pesquerías de Quintana Roo, se tienen las siguientes:

- La pesca desmedida de las especies con mayor demanda comercial y de recursos en estado vulnerable como el caracol rosado.
- El incremento continuo en la demanda de productos marinos por el auge del turismo.
- El deterioro de hábitats fundamentales para la persistencia de especies asociadas a arrecifes coralinos por desarrollo costero asociado al turismo (cambio de uso de suelo, modificación de patrones hidrológicos, aprovechamiento extractivo intensivo).
- La mayor incidencia en la frecuencia y fuerza de huracanes y tormentas tropicales que afectan seriamente los arrecifes coralinos y humedales, como consecuencia del cambio climático global.
- Debido a la escasa vigilancia en la zona marina, los altos niveles de pesca ilegal en algunas zonas y las deficiencias en la aplicación de las leyes pesqueras y ambientales.

### **Tortugas Marinas**

Si bien, para el Caribe Mexicano se tiene el registro de *Chelonia mydas* (tortuga blanca o verde), *Caretta caretta* (tortuga caguama), *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey) y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd); de las cuales, las primeras tres tienen registros bibliográficos indicando que se llegan a alimentar y reproducir en la Isla de Cozumel, mientras que la tortuga laúd anida esporádicamente en la costa norte (Mpio. Benito Juárez), durante los trabajos de campo realizados, tanto para el SAR, como los diferentes transectos, incluido el del área del proyecto, no hubo ningún tipo de avistamiento directo o cualquier elemento indirecto que pudiesen referir a la presencia de tortugas marinas (huellas de arribo en la playa, nidos, individuos muertos, etc).

### **Rutas migratorias de tortugas marinas en Cozumel**

---

<sup>11</sup> Alianza Kanan Kay: iniciativa multisectorial que busca establecer una red efectiva de refugios pesqueros en aguas territoriales de Quintana Roo, incluyendo la recuperación de pesquerías artesanales.

En lo que refiere a las rutas migratorias, se tiene que la tortuga blanca puede pasar por la zona comprendida entre la península yucateca y Cozumel durante su migración desde Centroamérica hacia la costa norte de Yucatán y la Florida como lo ha evidenciado el seguimiento de ejemplares por telemetría (ver página de Sea Turtle Conservancy <http://www.conserveturtles.org>). Esos datos, aunque relativamente escasos (ver siguiente figura), sugieren que algunos animales migran cerca de la costa y que se desplazan rápidamente entre los sitios de alimentación y anidación, en donde pueden permanecer por periodos más prolongados.

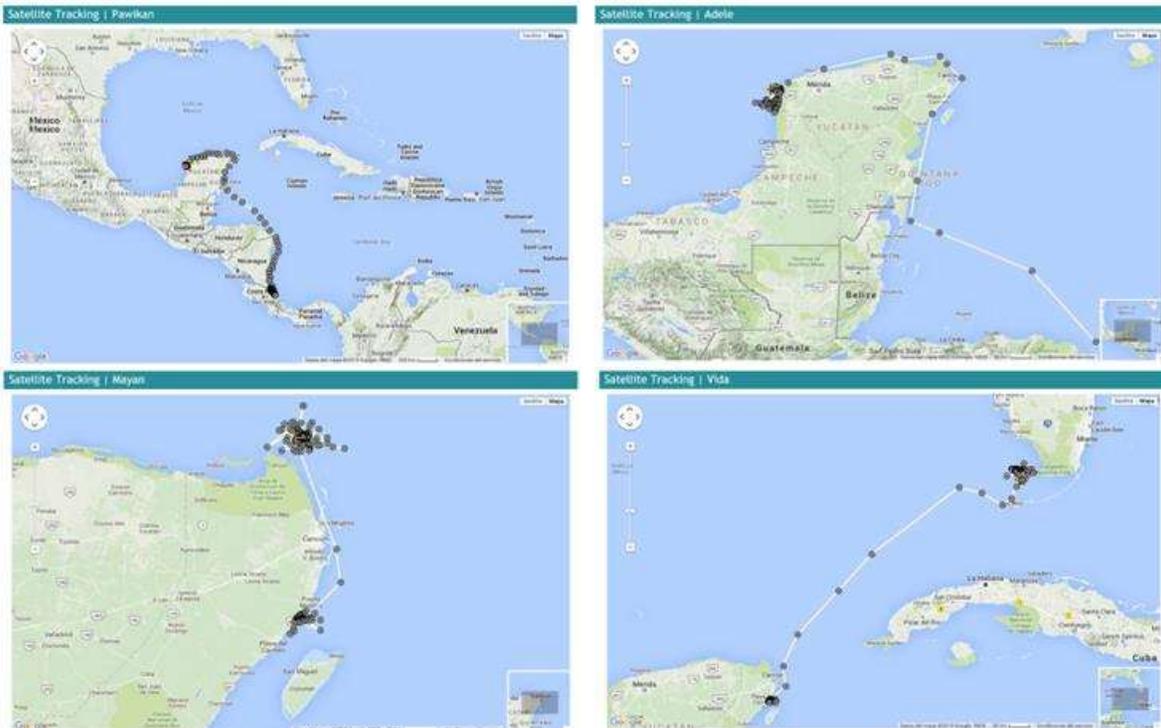


Fig. IV. 58 Seguimiento de ejemplares de tortuga blanca por telemetría (Pawikan, Mayan, Vida y Adele). Rutas tomadas de la página web de Sea Turtle Conservancy. Vida y Mayan fueron marcadas en la playa del hotel Mayan Palace.

La tortuga laúd aparentemente se traslada frente a la costa nororiental yucateca durante sus migraciones entre Centroamérica y el Golfo de México o el Caribe. Únicamente, de acuerdo a Sea Turtle Conservancy, se tiene el registro de cuatro ejemplares cercanos a la costa ubicada entre Tulum y Cancún (ver siguiente figura).

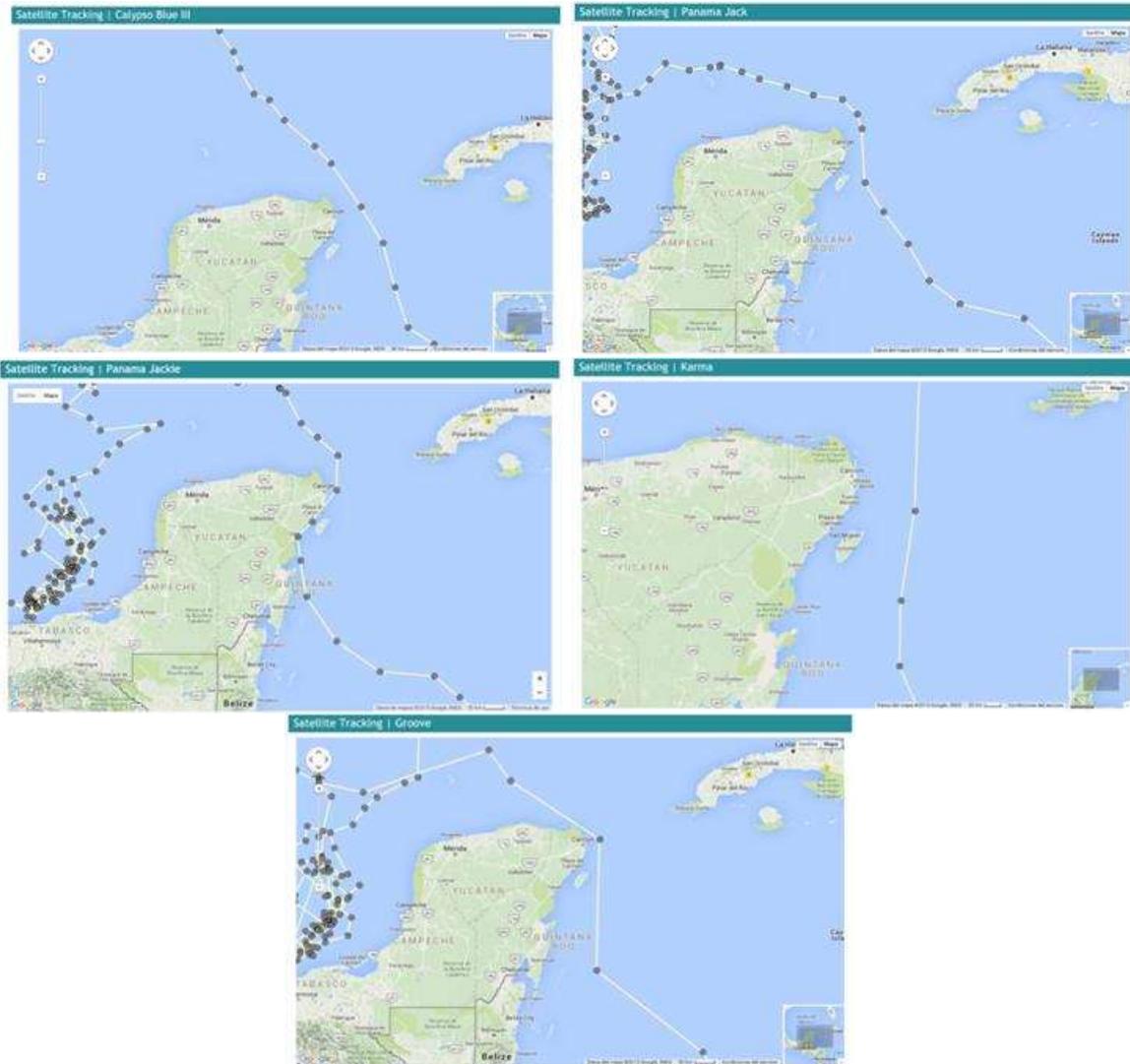


Fig. IV. 59 Seguimiento de ejemplares de tortuga laúd por telemetría (Calypso Blue, Panama Jack, Panama Jackie, Karma y Groove). Rutas tomadas de la página web de Sea Turtle Conservancy.

Existen algunos reportes de avistamientos de ejemplares de tortugas blancas y caguamas en la región, enlistados en el sistema SWOT-OBIS-SEAMAP (ver siguientes figuras); estos animales probablemente son observados cuando se desplazan entre anidaciones.

Es importante aclarar, que las rutas migratorias de estos organismos se dan principalmente en las partes más profundas, y por lo tanto alejadas de la costa, y únicamente de manera fortuita se tienen avistamientos en las partes cercanas a la costa, principalmente en aquellas que presentan las condiciones propicias para su arribo (costas con playa, sitios de anidación, etc.).

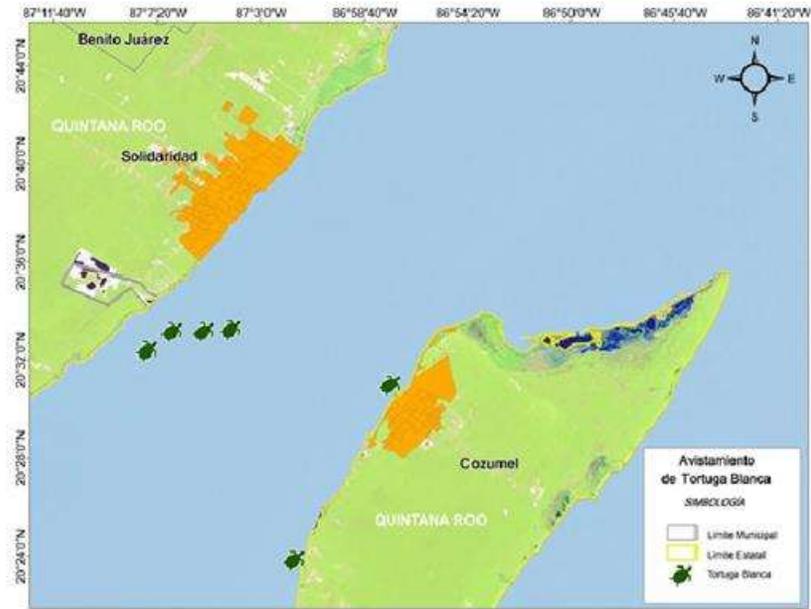


Fig. IV. 60 Sitios de avistamiento de tortugas blancas. Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP.<sup>12</sup>

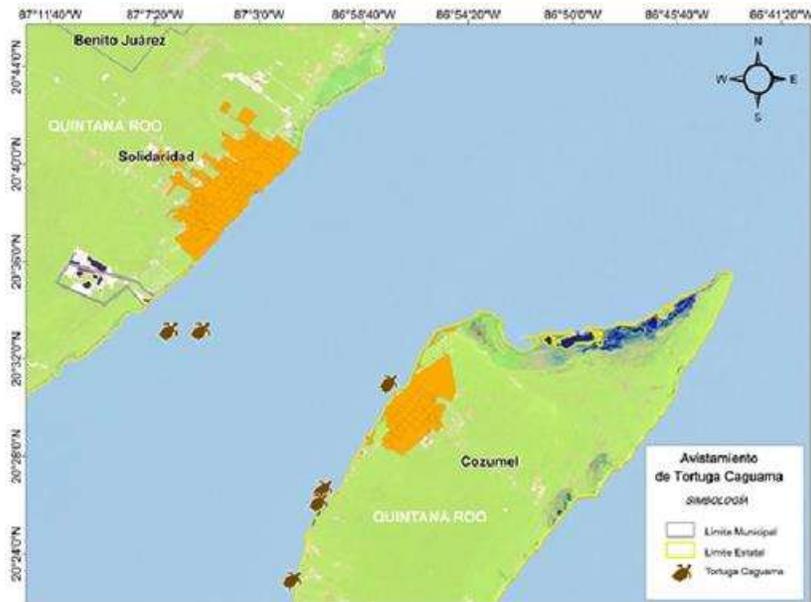


Fig. IV. 61 Sitios de avistamiento de tortugas caguama. Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP<sup>13</sup>

<sup>12</sup> <http://seamap.env.duke.edu/swot>

<sup>13</sup> <http://seamap.env.duke.edu/swot>

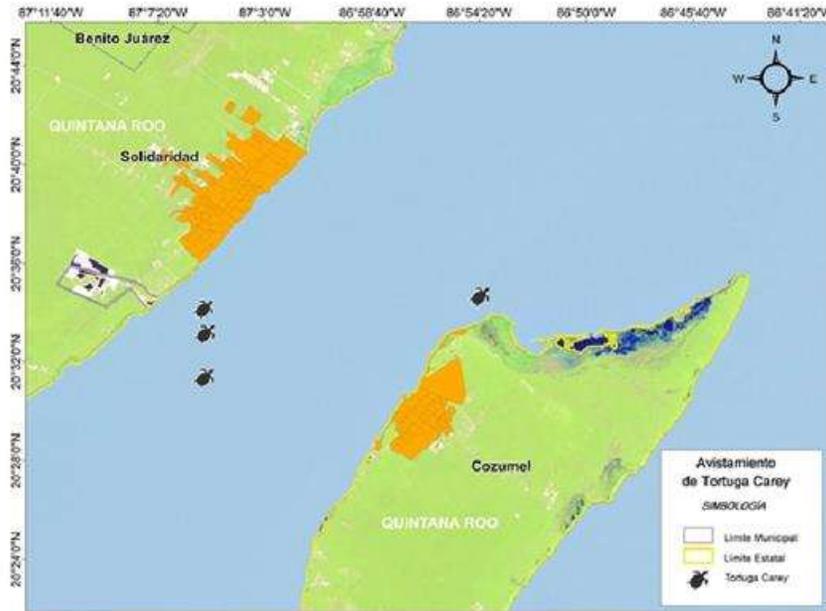


Fig. IV. 62 Sitios de avistamiento de tortugas carey (C). Algunos ejemplares se reproducen en Playa del Carmen y Cozumel, pero las principales playas de anidación se encuentran en la costa este de Cozumel. Modificadas de SWOT-OBIS-SEAMAP<sup>14</sup>

De manera general, se tiene que las especies de Quelonidos identificados para el Caribe, presentan sus rutas migratorias principalmente dentro del Canal de Cozumel, sin que estas incidan dentro del SAR y mucho menos en el área del proyecto.

### Sitios de anidación y alimentación de tortugas marinas en Cozumel

Se tiene de acuerdo a registros, que la tortuga blanca desova en el litoral comprendido desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, pero sus principales playas de anidación están en la costa norte de último estado, desde la localidad Aventuras-DIF hasta Xcacel, así como en la costa oriental de Cozumel; en el caso de la tortuga caguama, aunque también se han registrado algunos desoves en las costas del Golfo de México, deposita sus huevos principalmente en los estados de Yucatán y Quintana Roo, en tanto que los principales sitios de reproducción de la tortuga carey se localizan en Campeche y Yucatán, y en menor medida en Quintana Roo (en especial en la isla de Cozumel).

En la siguiente figura se muestra la ubicación geográfica de los campamentos tortugueros en el estado de Quintana Roo. Los principales son Paamul, Chenyuyu, Xpu Ha y Punta Venado.

<sup>14</sup> <http://seamap.env.duke.edu/swot>

Asimismo, cabe mencionar que en el hotel Mayan Palace hay un campamento para proteger las anidaciones de tortuga blanca pero su relevancia es menor.

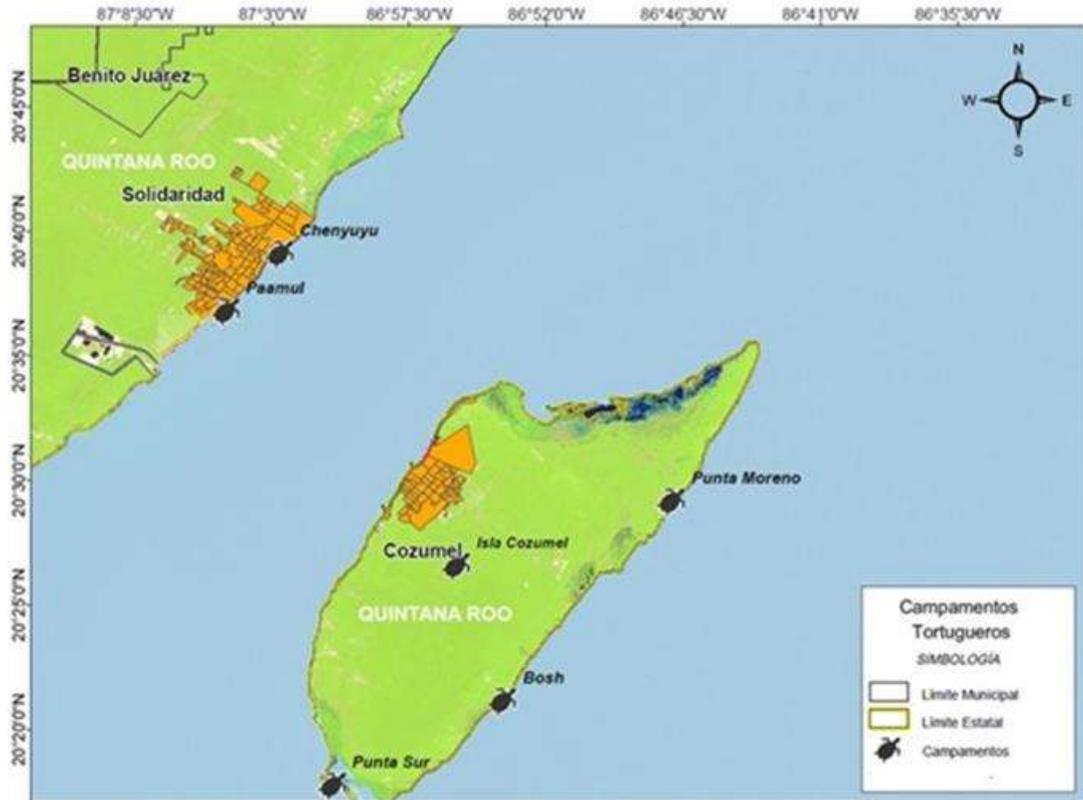


Fig. IV. 63 Sitios de anidación y campamentos tortugeros en el estado de Quintana Roo. En Cozumel la mayor cantidad de nidos es de tortuga blanca.

Por otro lado, se tiene que en la costa norte de Quintana Roo se han observado ejemplares jóvenes de tortuga blanca que residen en algunas bahías (ej. Akumal) donde se alimentan de pastos marinos, así como algunas tortugas carey que comen en el arrecife. Estos animales son muy fieles a los lugares donde se alimentan y no existen reportes de que lo hagan cerca de la zona de interés o del área del proyecto.

Considerando lo anterior, se tiene que dentro de la Isla de Cozumel existen sitios de anidación de tortugas marinas, sin embargo, en lo que corresponde al SAR y área del proyecto no se consideran sitios propicios para ello. Lo anterior, con fundamento tanto los registros bibliográficos, como las características y actividades que se realizan en la zona, como son una costa rocosa, tránsito de embarcaciones, intensidad de actividades turísticas, entre otras. En este sentido, se tiene que el proyecto no representa un elemento de riesgo para las actividades de anidación y reproducción de tortugas marinas.

## Mamíferos marinos

Al igual que para las tortugas marinas, es importante mencionar que, durante los trabajos de campo realizados, tanto para el SAR, como los diferentes transectos, incluido el del área del proyecto, no hubo ningún tipo de avistamiento directo o cualquier elemento que pudiesen referir a la presencia de mamíferos marinos.

Mediante la siguiente imagen, se muestran los registros que se tienen de avistamientos de delfines, mismo que no inciden en el SAR y área del proyecto.

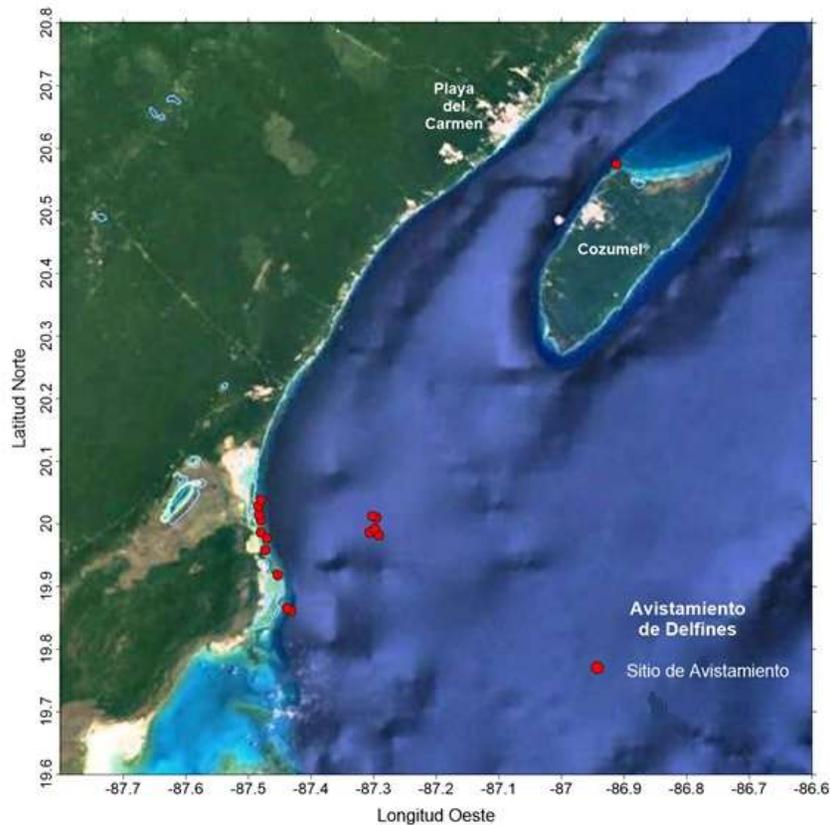


Fig. IV. 64 Avistamientos de ejemplares de los delfines *Stenella attenuata*, *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* y *Stenella clymene*. Los datos fueron obtenidos de la base de datos SWOT-OBIS SEAMAP, a quien fueron proporcionados por GVI Mexico Coral Reef Monitorin

Entre las principales amenazas a estas especies son la interacción con las pesquerías, principalmente con redes y palangres y la degradación del hábitat. Otro problema importante es la contaminación, incluyendo los compuestos organoclorados, los metales pesados, el petróleo y otros hidrocarburos y nutrientes provenientes de actividades marinas y terrestres. Existe una preocupación creciente por la exposición de los animales a los contaminantes y el posible incremento en la susceptibilidad a las enfermedades y su

capacidad reproductiva. En Quintana Roo, quizá, el problema más importante es la contaminación asociada con los desechos domésticos y la introducción de aguas negras a los mantos freáticos como resultado del tratamiento deficiente de las aguas producidas por los centros turísticos, principalmente Cancún, donde solo se tratan alrededor de 30% de las aguas negras.

Considerando lo anterior, se puede concluir que el desarrollo del proyecto no incide en la distribución, permanencia y sobrevivencia de los mamíferos marinos que presentan una distribución potencial en la zona.

#### **IV.8. Medio terrestre**

Dentro del medio terrestre el proceso abiótico más relevante y crítico es el funcionamiento geohidrológico, razón por la cual se expone a continuación, sin dejar de reiterar que el resto de los procesos y componentes del medio terrestre abiótico se incluyen como parte de los anexos del presente capítulo.

##### **IV.8.1. Proceso hidrogeológico**

Debido a la alta permeabilidad del sustrato en la Isla de Cozumel, prácticamente toda el agua de lluvia se infiltra y no se forman cauces superficiales de agua. El acuífero Isla de Cozumel cuenta con una extensión de 288 km<sup>2</sup>. Conforme a la actualización de la disponibilidad del agua subterránea (DOF, 2018), el acuífero cuenta con una disponibilidad media anual de agua de 31.233945 Mm<sup>3</sup>.

El acuífero está contenido principalmente en las formaciones Chankanaab y Abrigo como un único cuerpo que viaja fácilmente debido a la porosidad de dichos estratos. De este modo el acuífero está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una lente de agua salada, es decir, la mayor parte de la isla debe ser considerada como un acuífero de tipo libre (Lesser, 1978; CAPA, 2002).

En lo que respecta a la estructura hidrogeoquímica del acuífero, la interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m, lo cual indicaría una ausencia del acuífero en la zona costera. Esto se debe en parte al bajo relieve del terreno, con lo que se

hace imposible el aprovechamiento de agua en la zona costera. Por este motivo, los pozos de aprovechamiento se localizan en la parte central de la isla de Cozumel, ligeramente hacia el noroeste, donde el espesor de agua dulce es mayor y tiene valores de sólidos totales disueltos aceptables para el consumo.

La fragilidad del acuífero está dada por la delgada capa de agua dulce, ya que esta condición la hace altamente susceptible a una sobreexplotación que genere la intrusión salina en el manto de agua dulce. Además, la superficialidad a la que se encuentra el acuífero, la alta permeabilidad del terreno y el bajo espesor del agua dulce, generan una condición de alto riesgo de contaminación.

### **Espesores del acuífero**

Se han detectado espesores de agua de calidad aceptable (<2000 ppm STD) entre 0 y 15 m, pero solo alcanzando grosores máximos en la zona centro de la isla de Cozumel (hasta 22 m), como se puede observar en la siguiente figura. Eso implica que se tienen entre 155 y 310 hm<sup>3</sup> de agua dulce en el total de la isla (Lesser *et al.*, 1978).



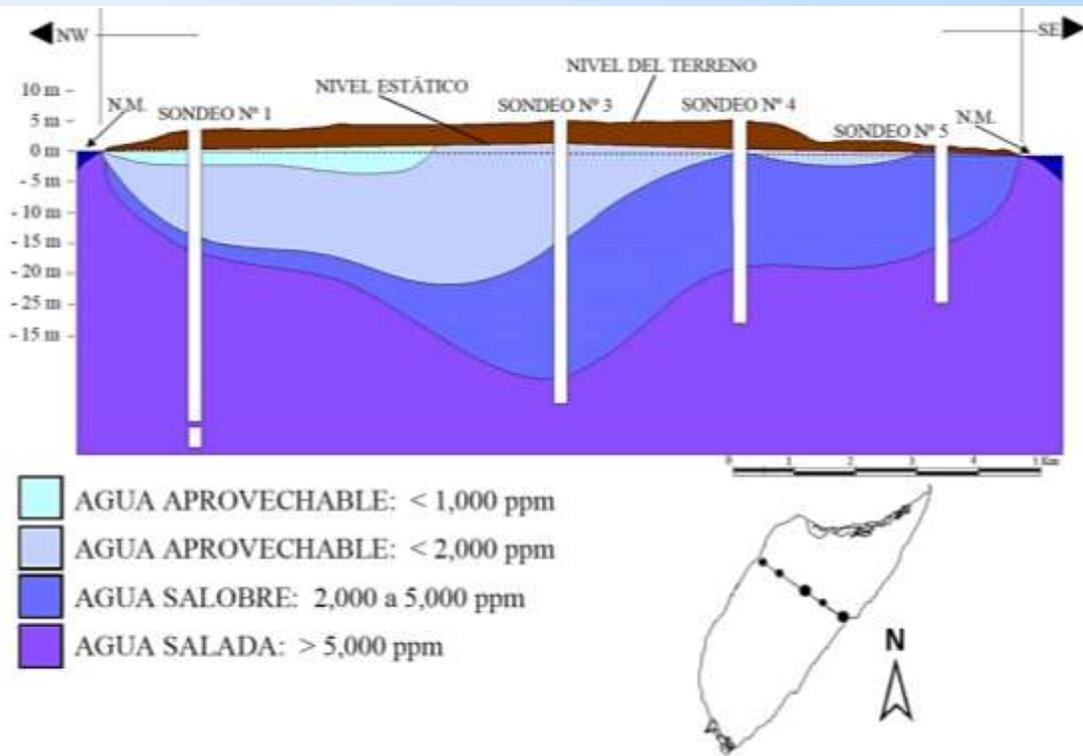


Fig. IV. 66 Sección del acuífero de la isla de Cozumel mediante la realización de 5 sondeos.

Como se puede observar en la figura anterior, los mayores espesores de capa de agua aprovechable (>2000 ppm) es de 22 m, localizado hacia el noroeste de la isla de Cozumel (Lesser *et al.*, 1978).

Las obras del proyecto que incidirán en la zona terrestre se ubicarán hacia la costa oeste de la isla, a una distancia de tan solo 35 m de la línea de costa. Lugar donde, según la bibliografía, el espesor del acuífero de agua dulce es de 0 metros, lo cual confirma que el proyecto no afectará al acuífero.

### Descarga de agua subterránea hacia el mar

De acuerdo con la literatura, en la isla de Cozumel el flujo subterráneo preferencial con descarga hacia el mar, se ha catalogado incipiente, esto es debido a que en la zona continental, la presencia de agua dulce se concentra hacia la porción centro de la isla ligeramente hacia el noroeste, y hacia la costa el espejo de agua dulce prácticamente desaparece principalmente en época de estiaje.

Durante el estudio marino realizado para este proyecto, no se detectaron diferencias de salinidad significativas entre las estaciones costeras y las estaciones más alejadas a la costa (promedio de  $35.95 \pm 0.27$ ), lo cual sugiere que en la zona no se presentan aportes significativos de agua dulce desde tierra, que puedan modificar las condiciones halinas.

Por lo anterior, el agua dulce que recibe la franja de costa que ocupará el proyecto entre el malecón y el mar y en donde se tiene la vegetación secundaria con individuos de selva, malezas y algunos individuos de mangle (ver apartado de Usos de suelo y tipo de vegetación en el área del proyecto) proviene del agua de lluvia, que se acumula entre los intersticios de la roca existente en el sitio. Lo anterior, muestra que los individuos de mangle en el área del proyecto han estado tolerando condiciones críticas donde el aporte de agua dulce es mínimo, además de que los suelos en la zona costera son muy limitados, por la presencia de Leptosoles, razón por la cual sus características dasonómicas evidencian un escaso desarrollo de los mismos (ver apartado Usos de suelo y tipos de vegetación en el área del proyecto).

Hacia el norte de la zona costera del SAR, existe la evidencia de un sitio que si presenta un aporte directo de agua subterránea hacia el mar. Esto ocurre a través del cenote denominado “Caletita” localizado a 1.3 km del noroeste del sitio de donde se propone construir el proyecto (ver la siguiente figura). El agua de este cenote descarga agua subterránea hacia el mar a través de un pasaje subterráneo de 1836 m de longitud, y aflora en el medio marino en forma de ojos de agua (Sánchez y Pinto *et al*, 2015). Este cenote no tiene comunicación alguna con el área del proyecto.



Fig. IV. 67 Cenote identificado dentro del SAR y la distancia que guarda con respecto al proyecto.

Esta descarga de agua subterránea del cenote Caletita hacia el medio marino fue analizado por Sánchez y Pinto *et al* (2015), quienes determinaron las características físico-químicas del “Cenote Caletita” y dos ojos de agua costeros. Los resultados indicaron que los datos físico-químicos en los cuerpos de agua son similares (temperatura del agua =  $24.7 \pm 0.04$  °C, oxígeno disuelto =  $0.32 \pm 0.1$  mg/L, salinidad  $15.6 \pm 0.09$  ups, conductividad =  $25.5 \pm 0.13$  mS/cm, indicando una posible interconexión entre ellos. A partir de pruebas de trazado obtuvieron que la velocidad de flujo varía de 11 cm/s en el punto de inyección (Cenote Caletita) y entre

5 y 7 cm/s en los ojos de agua (mediante los cuales ocurre la descarga del acuífero al mar). Los resultados obtenidos por Sánchez y Pinto permitieron concluir que: 1) existe una conexión subterránea del cenote y los dos ojos de agua, estos ambientes se encuentran conectados al mar mediante un pasaje subterráneo de 186 m de longitud, 2) la parte terrestre contribuye al aporte de materia orgánica y nutrientes hacia la zona costera, habiendo fuertes procesos de descomposición de materia orgánica, confirmados con los resultados de las variables ambientales evaluadas y 3) algunos valores están dentro de las normas oficiales de calidad del agua (pH, temperatura del agua, etc), sin embargo, variables como el oxígeno disuelto, no cumple con los criterios ecológicos para la protección de la vida acuática marina.

#### IV.8.2. Componentes bióticos del medio terrestre

La diversidad biológica es un componente relevante de los ecosistemas, por lo que resulta imprescindible tener información de la estructura y funcionamiento de la comunidad biótica. En la siguiente figura se muestran las relaciones que se presentan entre los componentes bióticos y abióticos en los ecosistemas, el árbol filogenético de la vida. Cada individuo contribuye al funcionamiento del ecosistema, principalmente con procesos biogeoquímicos (intercambios químicos entre la atmósfera y la biosfera que se muestran en el arco externo). Sin embargo, la presión generalizada atribuible a los impulsores antrópicos (las transformaciones humanas de los ecosistemas van de izquierda a derecha en cada arco) conducen al empobrecimiento biótico (reducciones en la biodiversidad local) y la homogeneización biótica (aumento del predominio de especies domésticas).

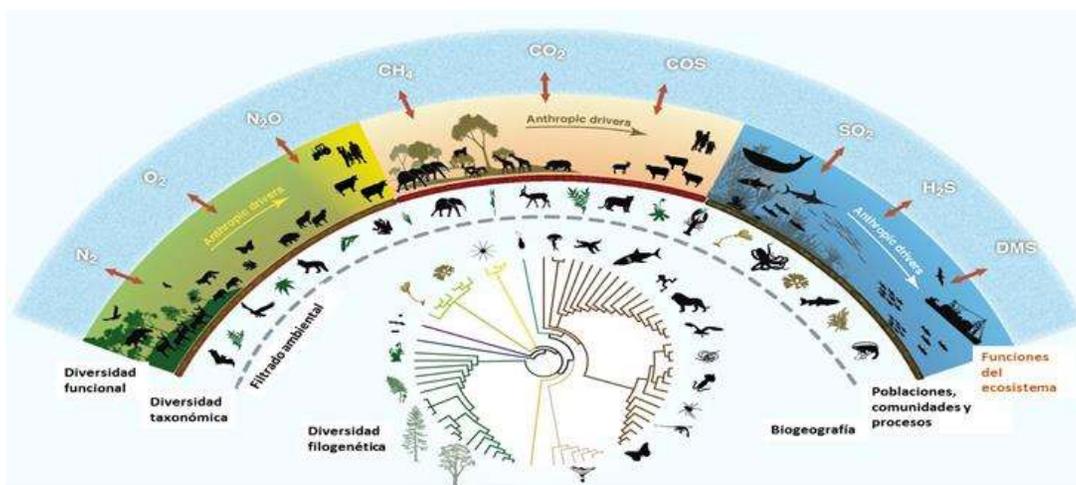


Fig. IV. 68 Estructura de un ecosistema y funcionamiento (Naeem et al., 2012)

Por lo anterior resulta de vital importancia conocer la composición, el grado de conservación y las tendencias de cambio de la biodiversidad a nivel del SAR y del área del proyecto.

En los siguientes apartados, se muestran las caracterizaciones de la flora y fauna presentes tanto en el SAR terrestre como marino, para lo cual se consultaron diversas fuentes de información especializadas en la materia como: Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Enciclovida, Naturalista y Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Estas fuentes permitieron tener una referencia inicial de los componentes bióticos. Para verificar y complementar la información recabada se llevó a cabo trabajo de campo y la identificación a detalle de la estructura en los diferentes componentes en el SAR y área del proyecto.

### **IV.8.3. Vegetación**

#### **Isla de Cozumel**

Como se mencionó anteriormente el polígono del proyecto y por consiguiente el SAR, se emplazarán en específico al sur de la población San Miguel de Cozumel. En general, Cozumel es una isla oceánica de origen coralino, que nunca estuvo conectada al continente. Este aislamiento la convirtió en un lugar propicio para la generación de endemismos. En la actualidad se conoce la presencia de 31 especies y subespecies de plantas endémicas.

Los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en la isla corresponden a:

- i) Selva perennifolia (incluye selva baja subperennifolia, selva mediana subperennifolia y selva alta subperennifolia) que ocupa una superficie de 36,646.7274 Has (77.3760% de la superficie de la isla).
- ii) La vegetación hidrófila ocupa una superficie de 4,718.687 Has (9.9630%).
- iii) Otros tipos de vegetación ocupan una superficie de 1,090.699 Has (2.3031%).
- iv) Superficie sin vegetación aparente ocupa 2,090.0786 Has (4.4129%).
- v) Los asentamientos humanos y la agricultura ocupan una superficie de 2,815.6669 Has (5.9450%).

Específicamente, el emplazamiento del proyecto se propone en la zona de selva mediana subperennifolia, la cual se caracteriza porque del 25 al 50 por ciento de árboles pierde sus hojas en época de sequía; su altura varía de 15 a 20 metros y se localiza en terrenos de naturaleza rocosa. Su composición florística es compleja, varía de acuerdo al tipo de suelo en que se desarrollan. Se asocia con vegetación secundaria y agricultura nómada; las especies predominantes son: el ramón, chicozapote, caoba y pucte, cubriendo el 7.3% de la superficie de la región.

En las tres últimas décadas, la ciudad de Cozumel ha registrado un intenso proceso de transformación espacial que ha dado lugar a la actual estructura urbana, en ello han incidido algunos aspectos que sobresalen por su magnitud, como el crecimiento demográfico y la consolidación de sus funciones; a su vez estos han influido en la reorganización de las configuraciones espaciales urbanas que identifican las causas que han provocado la distribución de los usos de suelo que existen al presente, en la siguiente figura se aprecia el crecimiento y distribución de la ciudad San Miguel Cozumel.

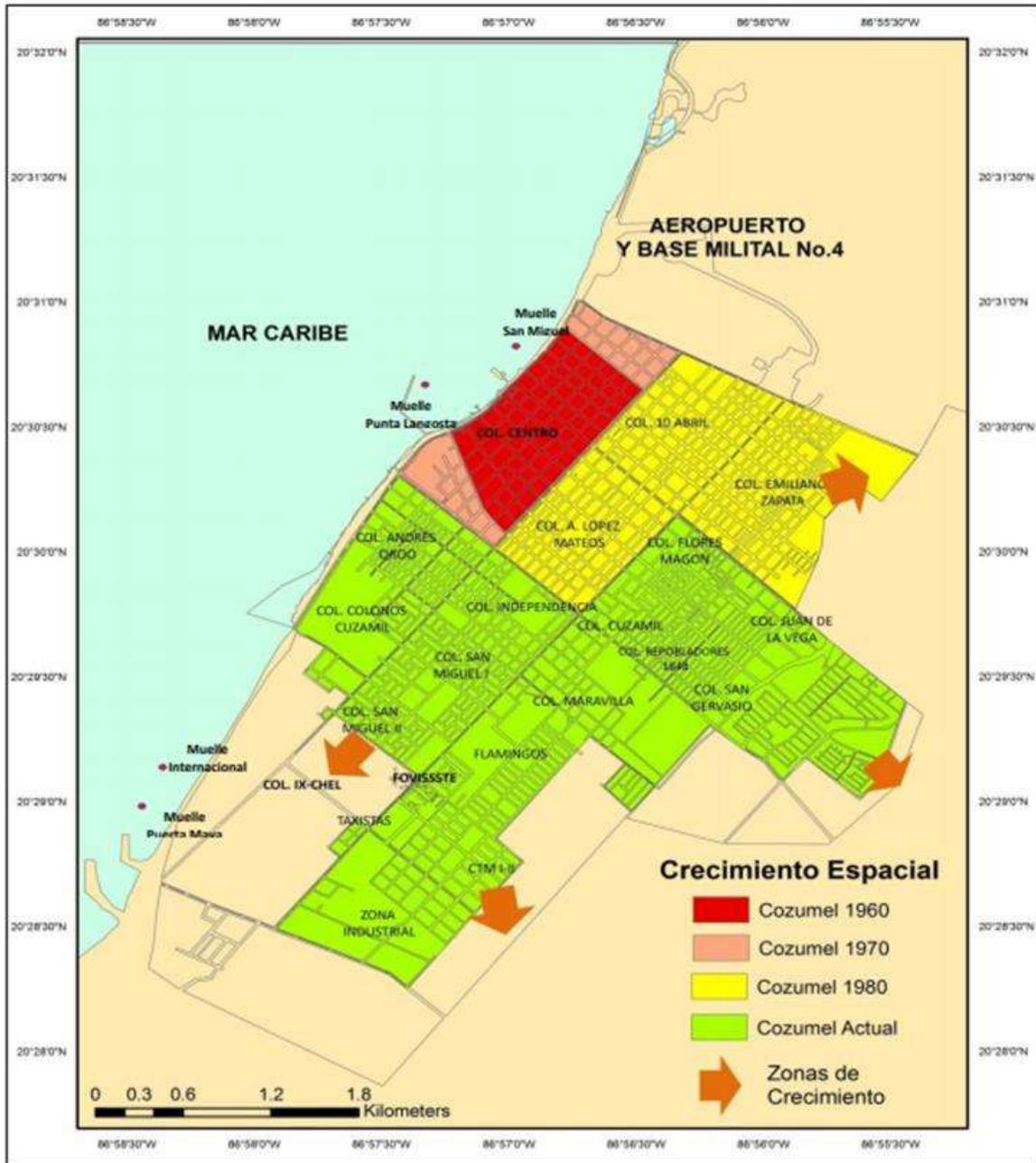


Fig. IV. 69 Crecimiento espacial de la ciudad de Cozumel de 1960 a 2010 (Trejo, 2014).

También es importante mencionar que dentro de la vegetación hidrófila en la isla se encuentran partes de manglar, el cual presenta alturas arbóreas de entre 5 y 10 m y un promedio de 6 m especialmente en el sur y norte de la Isla de Cozumel (ver siguiente figura).

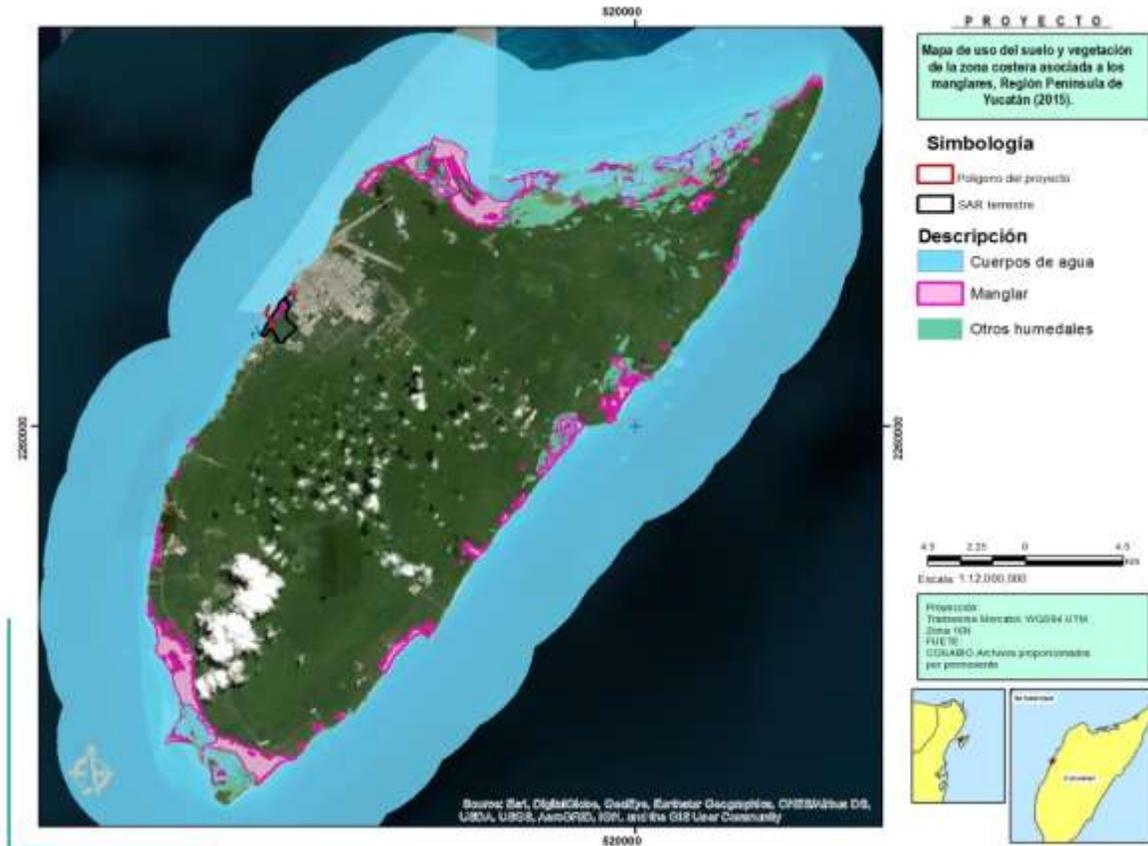


Fig. IV. 70 Distribución de manglar en la Isla de Cozumel (CONABIO 2015).

Por lo general los manglares se encuentran en terrenos periódica o permanentemente inundados por aguas saladas o salobres, lo que dificulta la supervivencia de muchas especies vegetales no adaptadas a estas duras condiciones y, por lo tanto, determina una baja diversidad vegetal en comparación con otras comunidades. Los suelos de este tipo de vegetación tienen un gran contenido de materia orgánica y las especies dominantes encontradas son: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle negro (*Avicennia nitida*). A estas las acompañan *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasionalmente *Manilkara zapota* y *Annona glabra*; ya que toleran las condiciones anteriormente descritas.

Cabe mencionar que para el establecimiento de estos humedales se conjuntan variables que determinan sus características entre estas se encuentran; las variaciones en salinidad e inundación, que resultan en composiciones y dinámicas distintas. La temporalidad y la intensidad de mareas y de flujos de agua dulce (escurrimientos o afloramiento del manto

freático) que determinan el hidroperíodo, definiendo las condiciones de salinidad y de oxidación/reducción del humedal, así como el tipo de humedal (Flores *et al.*, 2007).

Esta comunidad representa una barrera natural que protege a la costa de los embates del oleaje y el mal tiempo así como de los fenómenos climáticos como las tormentas, ciclones y huracanes, amortiguando su efecto y disminuyendo el daño producido tierra adentro (Danielsen *et al.*, 2005), y asociado a los demás tipos de humedales costeros, son especialmente importantes por el hecho de formar el ecosistema intermedio entre la vegetación terrestre y el sistema arrecifal situado en el bentos marino frente a las costas. Es en este punto, donde las zonas salobres con niveles de agua superficial variables de forma estacional albergan especies adaptadas exclusivamente a este tipo de condiciones de salinidad y grados de inundación. A su vez, las lagunas y manglares sirven de refugio para muchas especies de peces e invertebrados. También es el refugio de juveniles y reclutas de especies de ambientes arrecifales que necesitan de estos lugares para sobrevivir durante las primeras fases de su desarrollo, sirviendo como lugares de alimentación de peces y otros animales marinos (Talbot, 2001). Del mismo modo estos humedales sirven de refugio para diversas especies de aves tanto residentes como migratorias.

#### **IV.8.3.1 Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR**

Como se puede apreciar en la siguiente figura, el tipo de vegetación que domina en la superficie del SAR corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

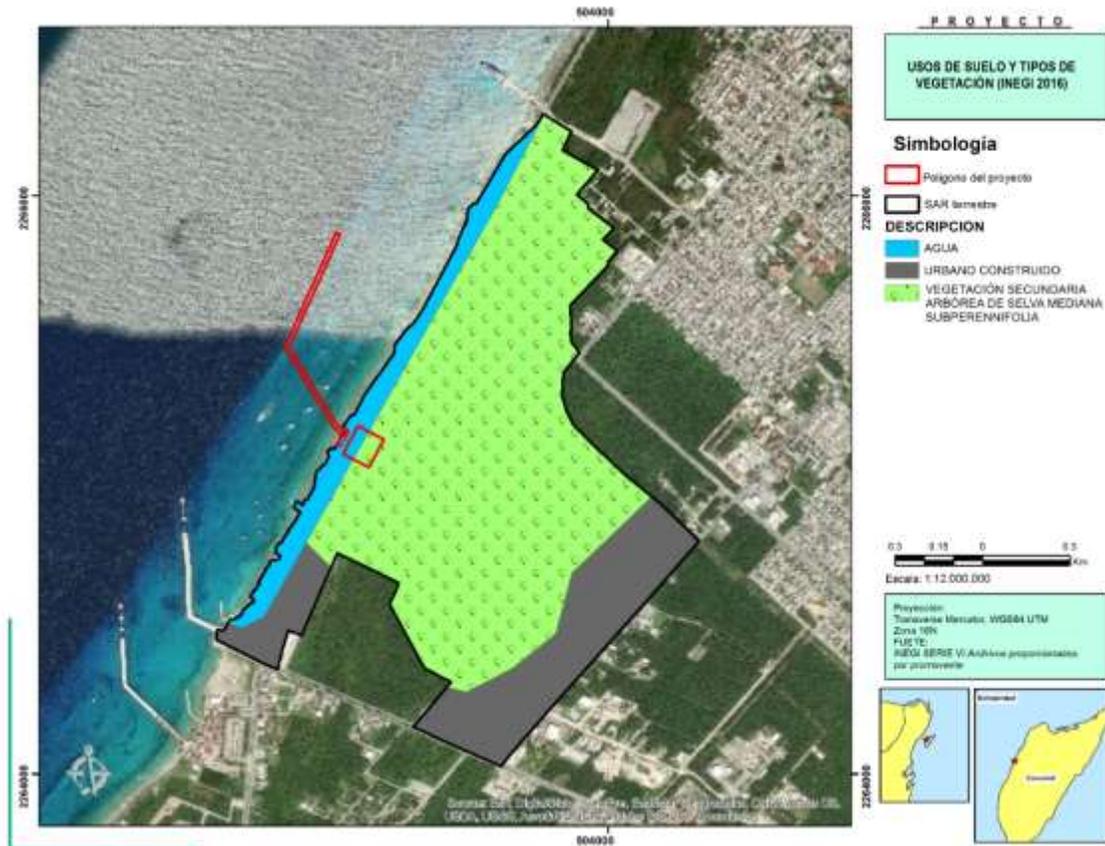


Fig. IV. 71 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (INEGI 2016).

Cabe indicar que si bien los datos vectoriales de INEGI sirven de referencia para la identificación de los usos de suelo y tipos de vegetación debido a su escala no permiten identificar a detalle sus componentes, por ello se tomó la información vectorial de CONABIO “Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (2015)”, ya que se presenta a una escala mayor.

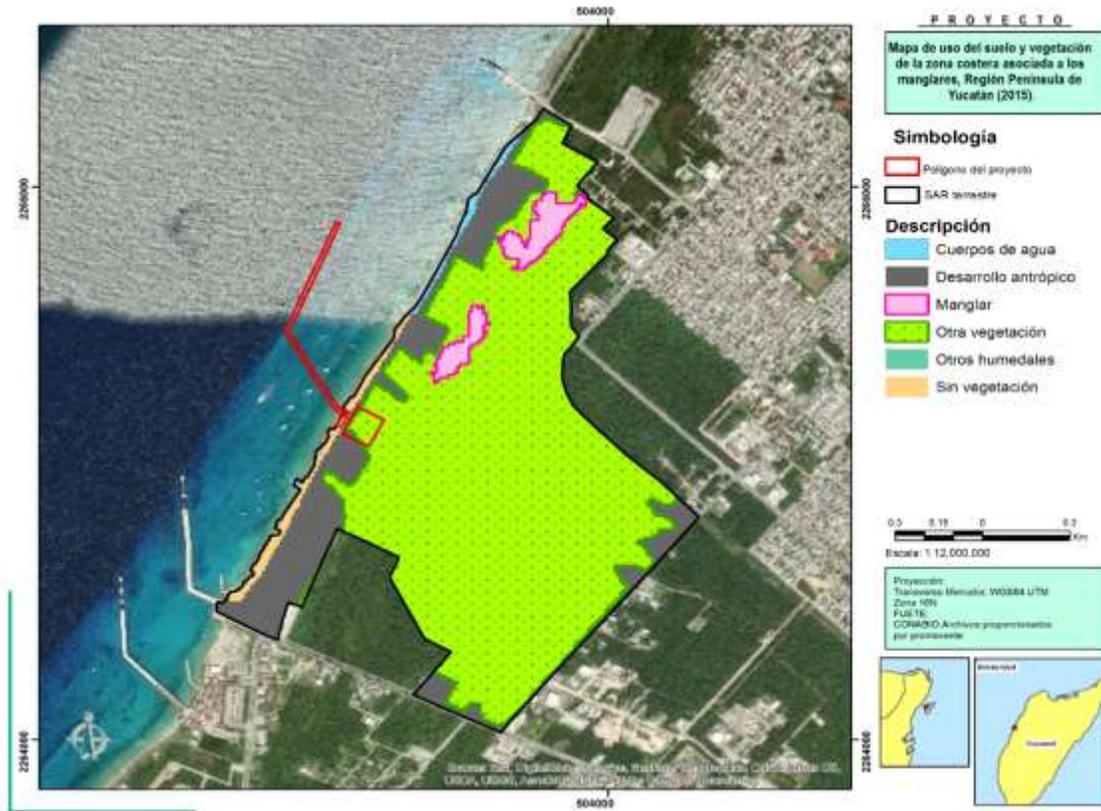


Fig. IV. 72 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR (CONABIO 2015).

Como se puede observar en la siguiente tabla en la superficie del SAR se presentan dos tipos de vegetación que corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia cubriendo el 76.87% y manglar con el 3.26%. Mientras que el uso de suelo corresponde al desarrollo antrópico (16.87%), formando parte de las áreas de crecimiento de la ciudad de San Miguel de Cozumel. Cabe mencionar, que si bien en la superficie del SAR se presenta vegetación de manglar esta se encuentra a una distancia de 224 m del polígono del proyecto, por lo cual no se afectará y se apegará en todo momento a los lineamientos establecidos en la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Tabla IV. 6 Superficies de los usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR (CONABIO 2015).

Usos de Suelo y tipos de Vegetación	Superficie	
	ha	%
Desarrollo antrópico	26.14	16.87
Manglar	5.05	3.26
Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (Otra vegetación)	119.13	76.87
Sin vegetación	2.87	1.85

Usos de Suelo y tipos de Vegetación	Superficie	
	ha	%
Cuerpos de agua	1.78	1.15
Total	154.97	100

Como ya se mencionó, dentro del SAR domina la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta vegetación es un estado sucesional que aparece varios años después del desmonte y después de una etapa con dominancia de herbáceas, seguida de una donde los arbustos son dominantes, para que finalmente se establezca una comunidad con dominancia de árboles. Algunas especies indicadoras de comunidades secundarias arbóreas en las selvas son: *Cecropia obtusifolia*, *Coccoloba spp.*, *Lysiloma spp.*, *Piscidia communis*, *Croton spp.*, *Ipomoea spp.*, y *Cordia spp.*

Frente al sitio donde se pretende desplantar la terminal de pasajeros, se encuentra una playa rocosa en la que se desarrolla una comunidad de vegetación secundaria en la que hay individuos de especies consideradas como malezas que son propias de vegetación secundaria y algunos ejemplares de mangle. Hay que puntualizar que el área no tiene ninguna de las características físicas que tienen los manglares, como son terrenos que se inundan de forma periódica o permanentemente por aguas saladas o salobres y aportes de agua dulce, donde la temporalidad y la intensidad de mareas y de flujos de agua dulce determinan el hidroperíodo (Flores *et al.*, 2007) y, por lo tanto, no ofrece ninguno de los servicios ambientales que ofrecen los humedales costeros

#### *Flora reportada para el SAR según la bibliografía*

En primera instancia para realizar la caracterización bibliográfica de los tipos de vegetación se hizo una búsqueda en bases de datos como GBif con la que se encontraron para el SAR registros de un total de 16 especies de flora, distribuidas en dos clases, las cuales se presentan en la siguiente tabla, y los listados completos se pueden consultar en los anexos.

Tabla IV. 7 Listado de especies terrestres de flora reportadas bibliográficamente en el SAR.

Liliopsida	Nombre común
<i>Cymbopogon citratus</i>	Zacate limón
<i>Tradescantia pallida</i>	Tradescantia pallida

<i>Xanthosoma robustum</i>	Hoja Elegante
<b>Magnoliopsida</b>	
<i>Astrocasia tremula</i>	Trompillo
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitam Che'
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito
<i>Cupania glabra</i>	Cojote Venado
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Guachipilin
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Capulín
<i>Eugenia karwinskyana</i>	Guayabillo
<i>Guettarda elliptica</i>	Cascarillo
<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos
<i>Plumeria rubra</i>	Cacalosúchil
<i>Scaevola sericea</i>	Kolok
<i>Solanum erianthum</i>	Solanum erianthum
<i>Talisia floresii</i>	k'oolok

Cabe indicar que, dentro de las especies registradas, se encuentran algunas nativas de selvas tropicales subcaducifolias y perennifolias, además de especies que sustentan la presencia de selva secundaria como *Eugenia karwinskyana* y también se registraron especies invasoras como *Lantana camara*.

#### *Flora reportada para el SAR según los muestreos realizados*

Para realizar la caracterización de la estructura y condiciones de la flora y fauna dentro del SAR se realizaron recorridos en campo, cuya metodología y análisis se encuentran como anexos. Para el caso de la flora presente en el SAR se registraron **21 especies** (ver siguiente tabla) presentes en selva mediana subperennifolia. Algunas de estas especies como *Cecropia obtusifolia*, *Coccoloba spp.*, *Lysiloma spp.*, *Piscidia communis*, *Croton spp.*, *Ipomoea spp.*, y *Cordia spp.*, son indicadoras de comunidades secundarias arbóreas en las selvas. Además, se encontró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Thrinax radiata*, la cual habita en zonas costeras arenosas en México, frecuentemente en hábitat netamente tropicales costeros como selvas medianas subperennifolias, selvas medianas subcaducifolias, y en dunas costeras asociadas a sabanas, manglares y marismas de Quintana Roo y Yucatán.

Tabla IV. 8 Especies de flora registradas en el SAR.

Nombre común	Nombre Científico	Estatus migratorio en México	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Amate negro	<i>Ficus cotinifolia</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Amatillo	<i>Ficus pertusa</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> var. <i>ruscifolia</i>	Nativa	No listado	Herbáceo
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Cojón de gato	<i>Tabernaemontana alba</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Comesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	Nativa	Amenazada	Arbóreo
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Narciso amarillo	<i>Thevetia thevetioides</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Tsalam	<i>Lisiloma latisiliquum</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	Nativa	No listado	Arbóreo

De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el arbóreo se registraron un total de 240 individuos de 15 especies y un índice de diversidad estimado de 1.8423, por lo que se considera que se tiene una baja diversidad con *Thrinax radiata* como la especie de mayor representación. En el estrato arbustivo se presentaron 5 especies con un total de 255 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de 1.5371 por lo que tomando

como base la clasificación señalada en la literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de diversidad baja, con *Citharexylum hirtellum* como la especie de mayor representación. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron solo tres individuos de la especie *Lasiacis ruscifolia* var. *Ruscifolia*, dando como resultado una baja diversidad, con un índice de 0.00. Es importante recalcar que el listado completo y los índices se presentan en los anexos).

Los resultados obtenidos para los grupos de las arbustivas y herbáceas expresan homogeneidad entre las especies presentes en la superficie evaluada del polígono para el tipo de vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia. Así mismo, los resultados obtenidos indican cierto grado de degradación en el área, ya que de acuerdo a la literatura consultada, las comunidades de porte arbustivo pueden alcanzar valores de diversidad superiores a 3.75, los cuales se encuentran clasificados como ecosistemas “diversos”, ya que para la evaluación realizada en la vegetación de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo ésta presenta un Índice de Diversidad máxima el ID=2.4003 aún y cuando este también podría ser clasificado como de diversidad media o alta (ver siguiente figura).

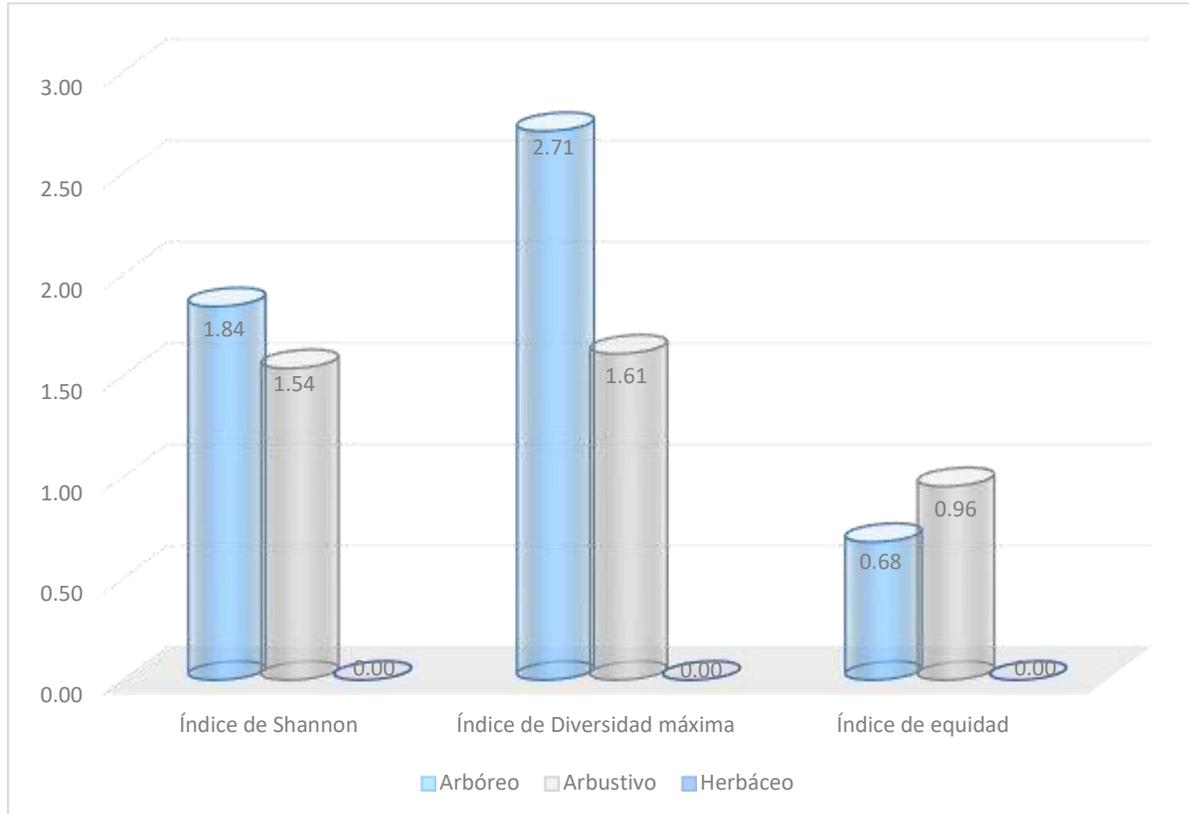


Fig. IV. 73 Índices de diversidad calculada por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.

**Índice de valor de importancia.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes tablas, *Thrinax radiata* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Citharexylum hirtellum* en el estrato arbustivo mientras que *Lasiacis ruscifolia* var. *Ruscifolia* en el estrato herbáceo, razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación del SAR.

Tabla IV. 9 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el SAR.

Estrato Arbóreo					
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Amate negro	<i>Ficus cotinifolia</i>	0.4167	25.9955	2.0833	28.50
Amatillo	<i>Ficus pertusa</i>	2.5000	10.0475	8.3333	20.88
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	5.4167	3.2747	10.4167	19.11
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	0.8333	5.5705	4.1667	10.57
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	7.5000	10.8419	12.5000	30.84
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	2.0833	5.9418	8.3333	16.36
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	2.0833	6.8991	4.1667	13.15
Cojón de gato	<i>Tabernaemontana alba</i>	3.3333	0.0657	4.1667	7.57
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	10.0000	1.7136	4.1667	15.88
Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	51.2500	0.6238	16.6667	68.54
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	0.4167	8.2525	2.0833	10.75
Narciso amarillo	<i>Thevetia thevetioides</i>	2.0833	1.5152	6.2500	9.85
Tsalam	<i>Lisiloma latisiliquum</i>	5.4167	11.9662	8.3333	25.72
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	2.9167	0.1123	2.0833	5.11
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	3.7500	7.1797	6.2500	17.18
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Tabla IV. 10 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del SAR.

Estrato Arbustivo					
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	23.1373	12.1111	20.0000	55.25
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	13.3333	27.2594	24.0000	64.59
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	32.5490	18.7044	24.0000	75.25
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	20.0000	24.1075	16.0000	60.11
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	10.9804	17.8176	16.0000	44.80
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Tabla IV. 11 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del SAR.

Estrato Herbáceo					
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> var. <i>ruscifolia</i>	100.0000	100.0000	100.0000	300.00
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

#### IV.8.3.2 Usos de suelo y tipos de vegetación en el área del proyecto

Como se puede apreciar en la siguiente figura, según la bibliografía, el único tipo de vegetación en la cual incidirá el proyecto en la zona terrestre es vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, aunque también ocupará zonas con desarrollo antrópico y zonas sin vegetación que corresponden principalmente a la playa rocosa.

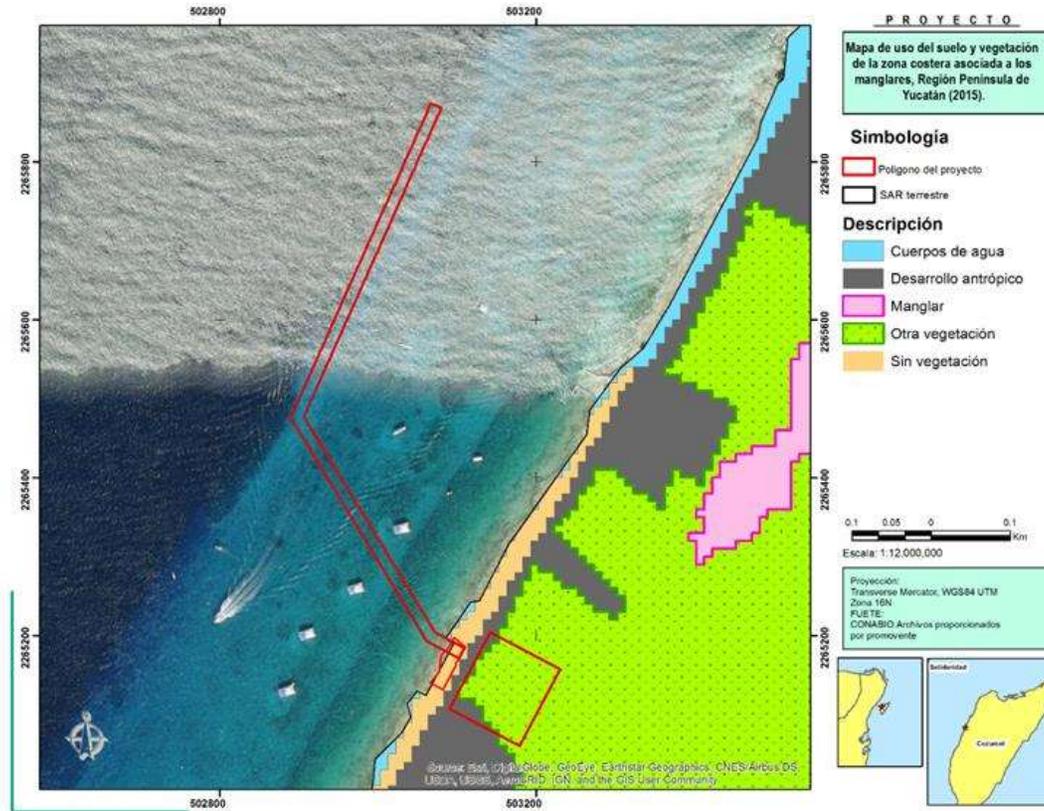


Fig. IV. 74 Distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación en el polígono del proyecto.

### Flora reportada para el área del proyecto

Para identificar y caracterizar la flora que se presenta actualmente en la superficie del proyecto, se realizó un levantamiento forestal, para lo cual se establecieron 8 sitios de muestreo (ver siguiente figura), las especificaciones de la metodología empleada, así como las curvas de acumulación de especies y los análisis necesarios, se muestran en los anexos del presente documento.

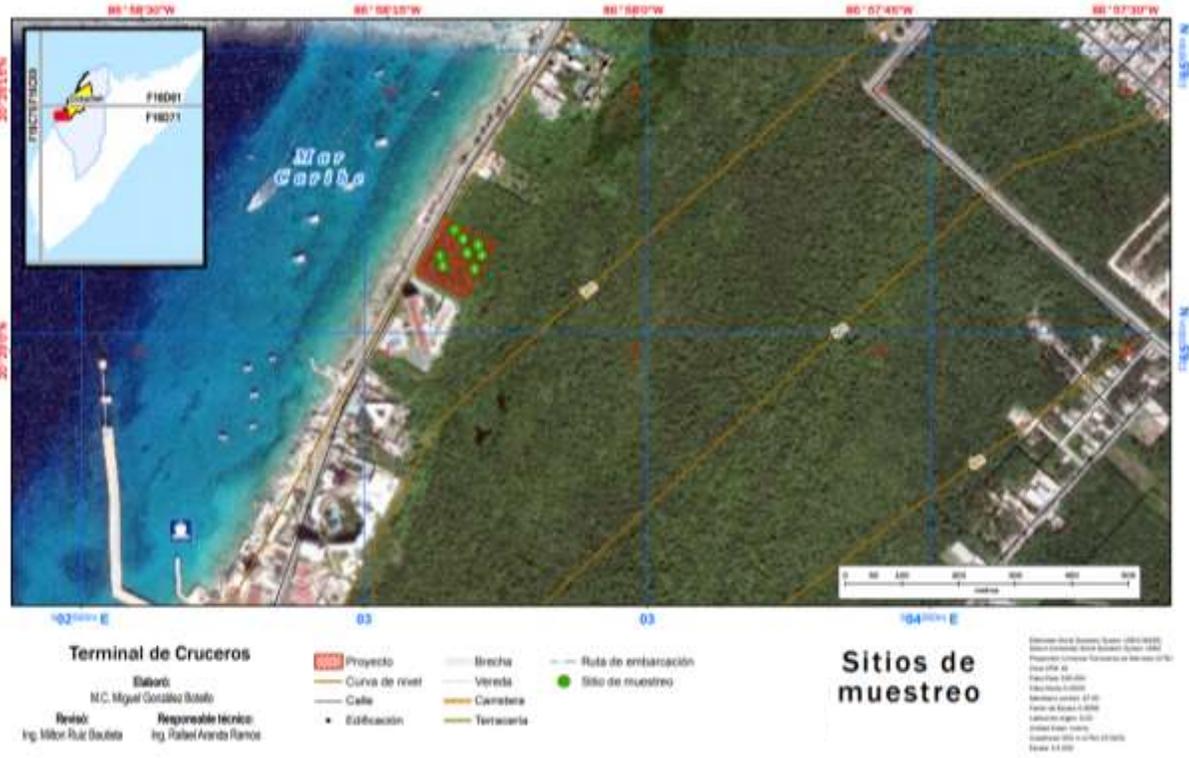


Fig. IV. 75 Distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto para caracterización de flora.

Con los muestreos de campo, en el área propuesta para el desplante del proyecto, se identificaron en total 16 especies distribuidas en los tres estratos, herbáceas, arbustivas y arbóreas, de las cuales solo una se encuentra listada en la categoría de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 12 Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación en la superficie de proyecto, incluyendo su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Estatus migratorio en México	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> var. <i>ruscifolia</i>	Nativa	No listado	Herbáceo
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa	No listado	Arbóreo

Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	Nativa	Amenazada	Arbóreo
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Nativa	No listado	Arbóreo
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	Nativa	No listado	Arbóreo

De acuerdo a los resultados de especies en el estrato arbóreo se registraron un total de 210 individuos en 10 especies y un índice de diversidad estimado en 1.5716, con *Vachellia cornigera* como la especie de mayor representación, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de baja diversidad. En el estrato arbustivo se presentaron 5 especies con un total de 198 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de 0.9305 por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de diversidad baja, con *Citharexylum hirtellum* como la especie de mayor representación. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registró una sola especie *Lasiacis ruscifolia* var. *Ruscifolia* con 34 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de 0.00, clasificado también como de baja diversidad.

Los resultados obtenidos para los grupos de las arbóreas y arbustivas expresan homogeneidad entre las especies presentes en la superficie evaluada del polígono para el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia. Así mismo, los resultados obtenidos indican cierto grado de degradación en el área, ya que de acuerdo a la literatura consultada, las comunidades de porte arbustivo pueden alcanzar valores de diversidad superiores a 3.75, los cuales se encuentran clasificados como ecosistemas “diversos”, ya que para la evaluación realizada en la vegetación de la superficie del proyecto éstas presentan un Índice de Diversidad Máxima ID=2.0742 aún y cuando este también podría ser clasificado como de diversidad mediana o baja.

**Índices de diversidad por estrato.** Las siguientes presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación de la superficie del proyecto (arbóreo, arbustivo, herbáceo únicamente se reporta *Lasiacis ruscifolia*).

Tabla IV. 13 Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono.

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	No listado	31	0.1476	-1.9131	-0.2824	0.2824	0.1226
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	No listado	12	0.0571	-2.8622	-0.1636	0.1636	0.0710
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	No listado	16	0.0762	-2.5745	-0.1962	0.1962	0.0852
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	No listado	10	0.0476	-3.0445	-0.1450	0.1450	0.0630
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	No listado	113	0.5381	-0.6197	-0.3335	0.3335	0.1448
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No listado	4	0.0190	-3.9608	-0.0754	0.0754	0.0328
Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	Amenazada	11	0.0524	-2.9492	-0.1545	0.1545	0.0671
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	No listado	9	0.0429	-3.1499	-0.1350	0.1350	0.0586
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	No listado	3	0.0143	-4.2485	-0.0607	0.0607	0.0264
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	No listado	1	0.0048	-5.3471	-0.0255	0.0255	0.0111
			210	1.00			1.5716	0.6826
				Índice de Diversidad Máxima				2.3026

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos. LN: Logaritmo natural. Ind: Individuos.

Tabla IV. 14 Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono.

Estrato Arbustivo									
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad	
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	No listado	13	0.0657	-2.7233	-0.1788	0.1788	0.1111	
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	No listado	3	0.0152	-4.1897	-0.0635	0.0635	0.0394	
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	No listado	132	0.6667	-0.4055	-0.2703	0.2703	0.1680	
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	No listado	4	0.0202	-3.9020	-0.0788	0.0788	0.0490	
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	No listado	46	0.2323	-1.4596	-0.3391	0.3391	0.2107	
			198	1.00			0.9305	0.5782	
							Índice de Diversidad Máxima		1.6094

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos. LN: Logaritmo natural. Ind: Individuos.

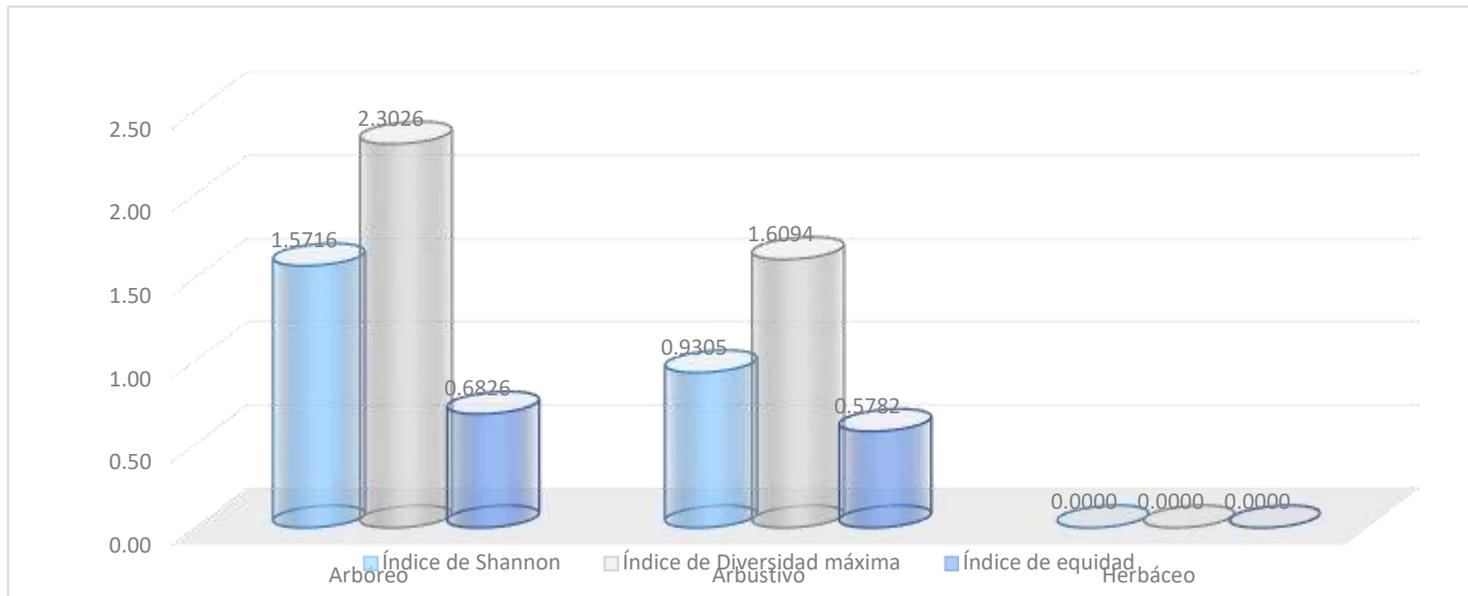


Fig. IV. 76 Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en la superficie del polígono

Tabla IV. 15 Concentrado de especies identificadas en los muestreos realizados en la superficie de polígono, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	31	7.0136	12.0845	10.2941	29.3922	0.0701	-2.6573	-0.1864	0.1864	0.0672
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	13	2.9412	0.9278	10.2941	14.1631	0.0294	-3.5264	-0.1037	0.1037	0.0374
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	12	2.7149	5.9388	8.8235	17.4772	0.0271	-3.6064	-0.0979	0.0979	0.0353
Carricillo	<i>Lasiacis ruscifolia</i> var. <i>ruscifolia</i>	34	7.6923	0.1669	5.8824	13.7415	0.0769	-2.5649	-0.1973	0.1973	0.0712
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	16	3.6199	7.6482	2.9412	14.2093	0.0362	-3.3187	-0.1201	0.1201	0.0433
Circote	<i>Cordia dodecandra</i>	10	2.2624	9.9245	7.3529	19.5399	0.0226	-3.7887	-0.0857	0.0857	0.0309
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	3	0.6787	0.3124	2.9412	3.9324	0.0068	-4.9927	-0.0339	0.0339	0.0122
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	113	25.5656	0.7647	7.3529	33.6833	0.2557	-1.3639	-0.3487	0.3487	0.1258
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	4	0.9050	29.6193	4.4118	34.9361	0.0090	-4.7050	-0.0426	0.0426	0.0154
Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	11	2.4887	1.6634	7.3529	11.5050	0.0249	-3.6934	-0.0919	0.0919	0.0332
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	9	2.0362	13.3256	7.3529	22.7148	0.0204	-3.8941	-0.0793	0.0793	0.0286
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	132	29.8643	0.8031	11.7647	42.4320	0.2986	-1.2085	-0.3609	0.3609	0.1302
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	4	0.9050	0.6509	2.9412	4.4971	0.0090	-4.7050	-0.0426	0.0426	0.0154
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	46	10.4072	1.0427	5.8824	17.3323	0.1041	-2.2627	-0.2355	0.2355	0.0849
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	3	0.6787	0.4817	2.9412	4.1016	0.0068	-4.9927	-0.0339	0.0339	0.0122
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	1	0.2262	14.6455	1.4706	16.3424	0.0023	-6.0913	-0.0138	0.0138	0.0050
		442	100.00	100.00	100.00	300.00	1.00			2.0742	0.7481
										Índice de Diversidad Máxima	2.7726

**Análisis del IVI por estrato para Selva Mediana Subperennifolia****Índice de valor de importancia (IVI).**

De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes tablas, *Vachellia cornigera* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Citharexylum hirtellum* en el estrato arbustivo y *Lasiacis ruscifolia* var. *Ruscifolia* la especie más registrada en el estrato herbáceo, razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en la superficie del proyecto.

Las características de la especie con mayor valor de importancia *Vachellia cornigera* es que se trata de una especie que crece en los claros de la selva mediana subperennifolia, tiene espinas grandes que asemejan a los cuernos de un toro. Este arbusto es conocido por su relación simbiótica con las hormigas del género *Pseudomyrme*. Es un colonizador agresivo y es considerado como una maleza invasora tanto en partes de su área de distribución nativa como donde se introdujo.

Tabla IV. 16 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la superficie del proyecto.

Estrato Arbóreo					
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	14.7619	12.5754	17.0732	44.4105
Carrete	<i>Vitex gaumeri</i>	5.7143	6.1800	14.6341	26.5285
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	7.6190	7.9589	4.8780	20.4560
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	4.7619	10.3276	12.1951	27.2847
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	53.8095	0.7958	12.1951	66.8004
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	1.9048	30.8225	7.3171	40.0444
Guano de costa	<i>Thrinax radiata</i>	5.2381	1.7309	12.1951	19.1642
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	4.2857	13.8670	12.1951	30.3478
Uvero	<i>Coccoloba barbadensis</i>	1.4286	0.5012	4.8780	6.8079
Viga	<i>Caesalpinia mollis</i>	0.4762	15.2405	2.4390	18.1557
		100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla IV. 17 Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la superficie del proyecto.

Estrato Arbustivo					
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	6.5657	24.8283	30.4348	61.8287
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	1.5152	8.3611	8.6957	18.5719
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	66.6667	21.4899	34.7826	122.9392
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	2.0202	17.4186	8.6957	28.1344
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	23.2323	27.9021	17.3913	68.5257
		100.00	100.00	100.00	300.00

Aunado a todo lo anterior, cabe mencionar que, durante los recorridos en campo en la zona de la playa rocosa entre el malecón y el mar, hay una pequeña superficie ocupada por vegetación secundaria conformada por elementos de selva, malezas y algunos individuos de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. De acuerdo con lo que se observa en las imágenes de satélite que se presentan a continuación, esta vegetación se empezó a desarrollar después de 2006.



Fig. IV. 77 Crecimiento de individuos de manglar posterior al 2006 en el área del proyecto (Fuente Google Earth)

Lo anterior se sustenta con el hecho de que son individuos jóvenes y de poco vigor (aunque su crecimiento también puede ser muy lento debido a las condiciones poco favorables). Entre las características dasonómicas de estos individuos de manglar destacan diámetros entre los

0.01m y 0.15 m mientras que las alturas se encuentran entre los valores de 1 m y 5.5 m, estas mediciones evidencian ejemplares jóvenes con poco desarrollo (ver siguiente figura).

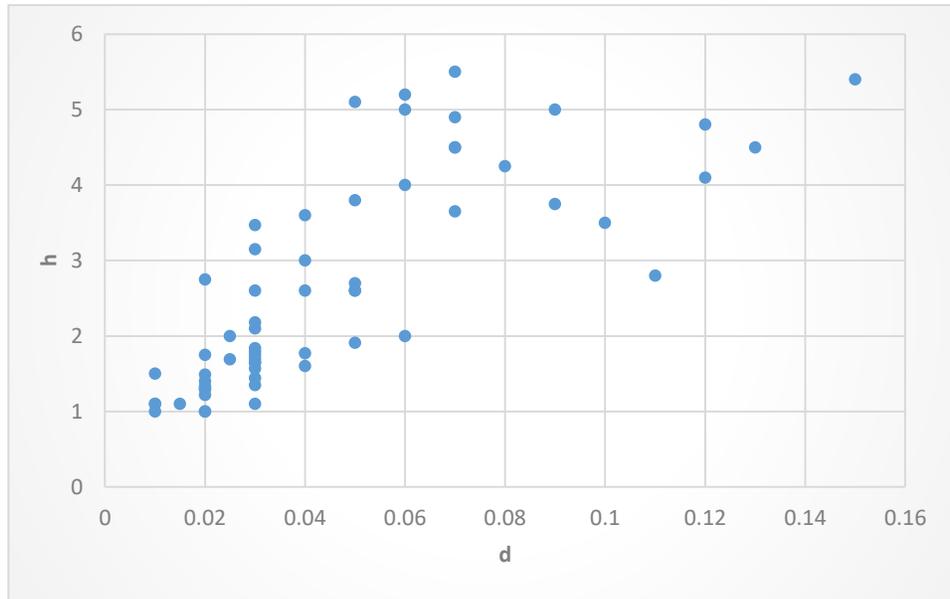


Fig. IV. 78 Mediciones de diámetros y altura en individuos de manglar.

Es importante mencionar que la presencia de *Conocarpus erectus* es atípica en la superficie de playa rocosa, ya que de acuerdo a la CONAFOR esta especie crece en aguas someras y fangosas o salobres, principalmente en costas y estuarios de aguas tranquilas, en suelos sedimentarios de arcilla y limo, mientras que los manglares en general, se presentan principalmente en llanuras litorales y formando deltas relativamente abrigados. Sumado a lo anterior, en esta zona de la playa, se reportan especies que no podrían crecer en las condiciones ambientales donde comúnmente prosperan los individuos de mangle, además de que varias de ellas son especies reconocidas como plantas características de vegetación secundaria (*Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Coccoloba barbadensis* y *Vachellia cornígera*) y algunas de ellas con características de ser plantas introducidas y altamente invasivas (como es el caso de *Lantana camara* y *Terminalia catappa*), y plantas de muy fácil dispersión como es *Cocos nucifera*. Evidenciando que esta zona se ha creado por plantas que se han logrado establecer en la zona, arribando ya sea por intervención humana o acarreo de semillas que pueden provenir de la selva mediana que se encuentra en el resto de la isla o de zonas cercanas que han sido dispersadas por medio de corrientes u otros animales, principalmente aves.

Se puede apreciar que no se trata de un humedal costero, ya que no hay aportes de agua dulce y por lo tanto no hay circulación continua de agua salobre, ni tampoco se trata de un cuerpo lagunar o estero, por lo cual no representan sitios atractivos para establecimiento de fauna o bien resguardo y reproducción de peces. Además de que el aporte de agua que recibe es prácticamente sólo de agua de mar y el agua dulce se limita a lo provisto por la precipitación pluvial, por lo que los individuos encontrados, **no representan un humedal costero** que de acuerdo a la NOM-022-SEMARNAT-2003 se define como...

*“Ecosistemas costeros de tránsito entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófito e hidrófito, estacional o permanente, y que depende de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluye las regiones marinas de no más de 6m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja”.*

Aunado a lo anterior cabe señalar que estos individuos de mangle **no serán afectados**, por el diseño del proyecto, ya que las obras serán desarrolladas por arriba de los individuos, además que se utilizarán materiales transparentes y con drenaje pluvial para mantener el paso de luz natural y agua de lluvia hacia el sitio donde están las plantas.

#### *Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

Según los registros de campo de los muestreos, en la superficie del proyecto se identificó a *Trinax radiata* (Guano de costa) listada en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

***Thrinax radiata*** habita en zonas costeras arenosas en México, Cuba, la Florida, Bahamas, Jamaica, Belice, Honduras y las Islas Caimán. Es la única especie del género en México, la cual se localiza solo en península de Yucatán, particularmente en los estados de Quintana Roo y Yucatán (ver siguiente figura). Esta palma crece preferentemente en suelos calcáreos alcalinos (rendzinas) y altas concentraciones de sales; la altura de los individuos adultos depende de las condiciones microclimáticas y edáficas. En zonas secas crecen hasta 3 m menos, que en los lugares donde hay selva mediana subperennifolia. En condiciones de vivero la germinación y la supervivencia de las plántulas son muy altas (ca. 90%; Durán *et al.*,

2000; Pérez, 2002), por lo que el cultivo de *Thrinax radiata* en viveros ejidales o comunitarios es una alternativa sencilla y poco costosa (Durán et al., 2000).

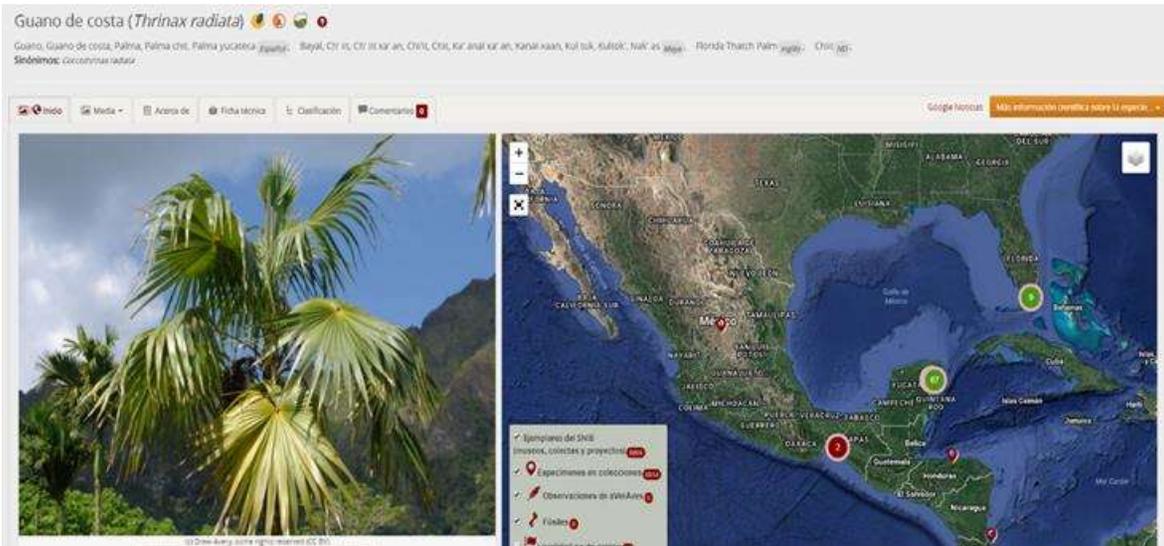


Fig. IV. 79 Distribución espacial de *Thrinax radiata* (Enciclopedia CONABIO).

#### IV.8.4. Fauna terrestre

##### IV.8.4.1 Fauna presente en el SAR

###### *Fauna reportada bibliográficamente en el SAR.*

En la superficie del SAR se registraron **bibliográficamente** 163 especies de fauna reportada por GBIF distribuidas en 4 clases, 23 órdenes y 53 familias. La clase con mayor diversidad fue el de aves con 147 especies (ver siguiente figura), de las cuales se registraron 14 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales cuatro se encuentran en categoría de Amenazadas y el resto en Protección Especial. Cabe indicar que la mayoría de estas especies son aves, las cuales presentan una alta vagilidad y su distribución va más allá de la superficie del SAR.

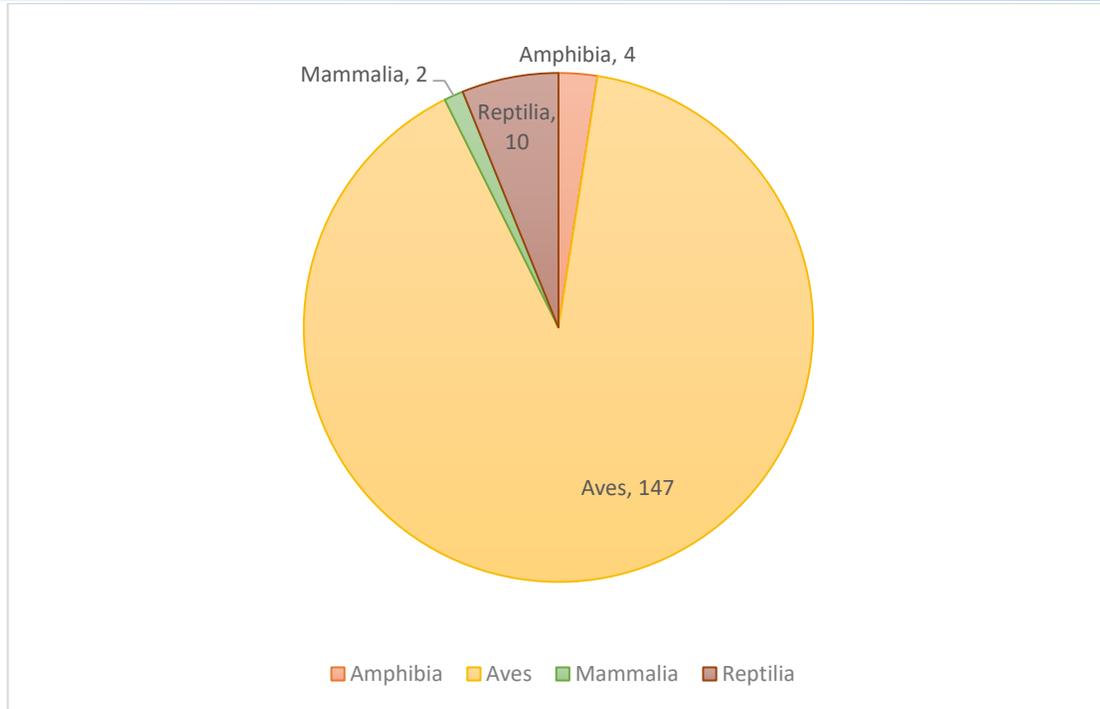


Fig. IV. 80 Registro de especies por clases reportadas bibliográficamente en el SAR.

Según la bibliografía, la especie con mayor número de registros bibliográficos corresponde a *Melanoptila glabrirostris* su hábitat son los bosques secos subtropicales, las tierras bajas tropicales, y los bosques altamente degradados. *Coereba flaveola* habita arboledas despejadas, cultivos, áreas de crecimiento secundario, jardines huertos y setos vivos, esto se relaciona con la vegetación secundaria presente en el SAR.

#### IV.8.4.2 Fauna reportada durante el trabajo en campo

Conforme a los levantamientos en campo, cuya metodología y análisis se presenta en los anexos, se registraron 42 especies de fauna en el SAR, repartidos por clase de la siguiente manera: 3 anfibios, 8 reptiles, 4 mamíferos y 27 aves. Donde las especies con mayor número de registros fueron; *Incilius valliceps* con 2 registros para los anfibios, *Aspidocelis cozumela* con 5 registros para el caso de los reptiles, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis* con 3 registros para los mamíferos y *Zenaida asiatica* con 5 registros para el grupo de aves.

De las 42 especies de fauna registradas en la superficie del SAR, ocho de ellas se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo, encontrándose dos en categoría de “Amenazada”, dos “En Peligro de Extinción” y cuatro “Sujeta a Protección Especial” (ver anexo).

El índice de Shannon tiene como valores de referencia a 5 para alta diversidad y 1 para baja diversidad. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que a excepción del grupo de las aves que se presentan una diversidad alta, el resto de los grupos o clases de fauna silvestre cuentan con una diversidad baja (ver siguientes tablas).

Tabla IV. 18 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Anfibios).

ANFIBIOS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	1	25.00	0.25	-1.39	-0.35	0.35	0.32
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	50.00	0.50	-0.69	-0.35	0.35	0.32
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	1	25.00	0.25	-1.39	-0.35	0.35	0.32
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-3.47</b>	<b>-1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>0.95</b>
	<b>Riqueza</b>	<b>3</b>				<b>1.10</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 19 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Reptiles).

REPTILES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	2	11.76	0.12	-2.14	-0.25	0.25	0.12
<i>Anolis sagueri</i>	Abaniquillo pardo del Caribe	3	17.65	0.18	-1.73	-0.31	0.31	0.15
<i>Aspidocelis cozumela</i>	Huico de la Isla Cozumel	5	29.41	0.29	-1.22	-0.36	0.36	0.17
<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	5.88	0.06	-2.83	-0.17	0.17	0.08
<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	1	5.88	0.06	-2.83	-0.17	0.17	0.08
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	2	11.76	0.12	-2.14	-0.25	0.25	0.12
<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Eslizón yucateco	1	5.88	0.06	-2.83	-0.17	0.17	0.08

REPTILES								
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	2	11.76	0.12	-2.14	-0.25	0.25	0.12
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>100</b>	1.00	-	-1.92	<b>1.92</b>	<b>0.92</b>
<b>Riqueza</b>		<b>8</b>				<b>2.08</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 20 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Mamíferos).

MAMÍFEROS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Nasua narica</i>	Coatí	3	33.33	0.33	-1.10	-0.37	0.37	0.26
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	11.11	0.11	-2.20	-0.24	0.24	0.18
<i>Procyon pygmaeus</i>	Mapache de Cozumel	2	22.22	0.22	-1.50	-0.33	0.33	0.24
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	3	33.33	0.33	-1.10	-0.37	0.37	0.26
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>100</b>	1.00	-5.90	-1.31	<b>1.31</b>	<b>0.95</b>
<b>Riqueza</b>		<b>4</b>				<b>1.39</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 21 Especies identificadas en el SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Aves).

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	6.12	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.05
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Contopus virens</i>	Papamoscas del este	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero pico liso	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	3	6.12	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.05
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	4	8.16	0.08	-2.51	-0.20	0.20	0.06
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Icterus prothemelas</i>	Calandria caperuza negra	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	3	6.12	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.05
<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	2	4.08	0.04	-3.20	-0.13	0.13	0.04
<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	3	6.12	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.05
<i>Toxostoma guttatum</i>	Cuicacoche de isla Cozumel	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1	2.04	0.02	-3.89	-0.08	0.08	0.02
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	10.20	0.10	-2.28	-0.23	0.23	0.07
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-</b>	<b>92.84</b>	<b>3.15</b>	<b>0.95</b>
<b>Riqueza</b>		<b>27</b>				<b>3.30</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

#### IV.8.4.3 Fauna presente en el área del proyecto

Para identificar y caracterizar la fauna que se presenta en la superficie del proyecto, se realizó un levantamiento en campo de 7 transectos lineales de longitud variable con el fin de obtener una estimación de la diversidad y poder realizar una comparación con los resultados obtenidos en el SAR (ver siguiente figura), las especificaciones de la metodología empleada, y los análisis realizados se presentan en los anexos del presente documento.

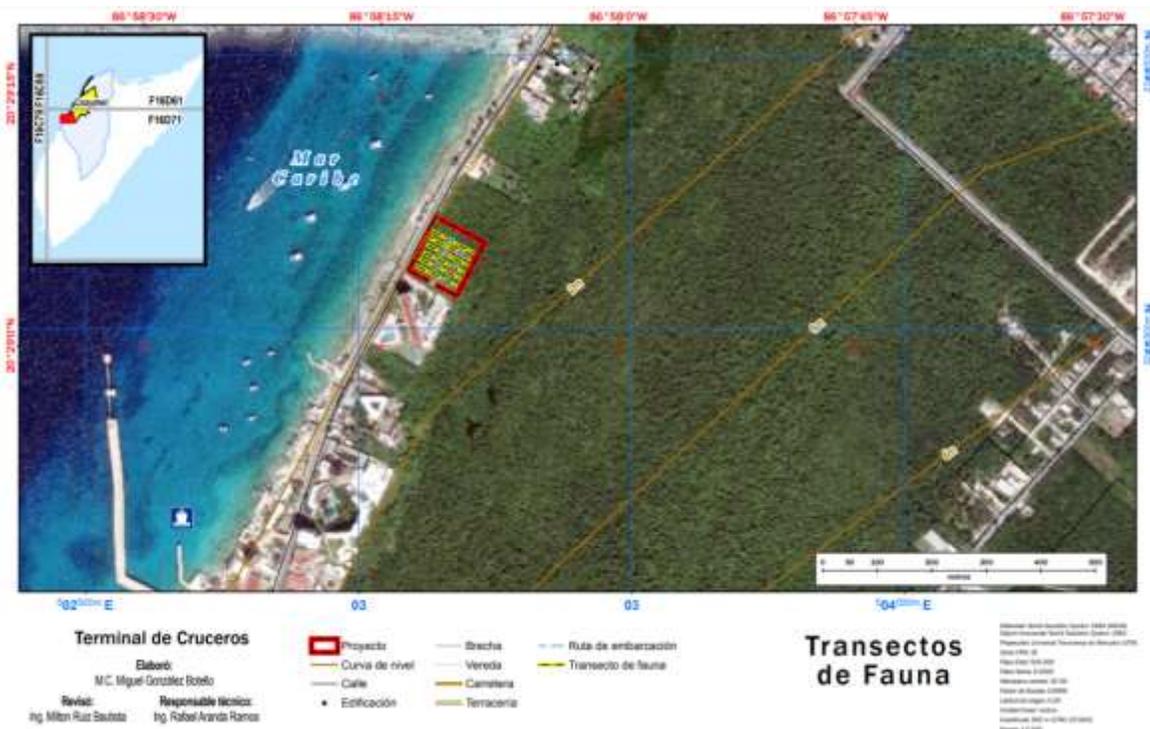


Fig. IV. 81 Distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto para la caracterización de fauna.

El total de especies registradas en el polígono del proyecto es de **30 especies**, siendo las aves con 19 especies, el grupo con mayor diversidad, seguido por los reptiles con seis especies, mamíferos con tres especies y anfibios con dos especies.

De las 30 especies de fauna registradas en el polígono del proyecto, cuatro de ellas se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en algún estatus de riesgo, encontrándose dos en la categoría de Amenazada y dos en Sujeta a Protección Especial.

A continuación, se presentan las tablas de los índices de diversidad para cada clase registrada. El índice de Shannon tiene como valores de referencia 5 para alta diversidad y 1 para baja diversidad. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que a excepción del grupo de las aves que se encuentra en una diversidad media, el resto de los grupos o clases de fauna silvestre cuentan con una diversidad baja.

Tabla IV. 22 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Anfibios).

ANFIBIOS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	1	50.00	0.50	-0.69	-0.35	0.35	0.50
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	1	50.00	0.50	-0.69	-0.35	0.35	0.50
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-1.39</b>	<b>-0.69</b>	<b>0.69</b>	<b>1.00</b>
<b>Riqueza</b>		<b>2</b>				<b>0.69</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 23 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Reptiles).

REPTILES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	1	8.33	0.08	-2.48	-0.21	0.21	0.12
<i>Anolis sagueri</i>	Abaniquillo pardo del Caribe	2	16.67	0.17	-1.79	-0.30	0.30	0.17
<i>Aspidoscelis cozumela</i>	Huico de la Isla Cozumel	4	33.33	0.33	-1.10	-0.37	0.37	0.20
<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	8.33	0.08	-2.48	-0.21	0.21	0.12

REPTILES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	1	8.33	0.08	-2.48	-0.21	0.21	0.12
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	3	25.00	0.25	-1.39	-0.35	0.35	0.19
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-</b> <b>11.73</b>	<b>-1.63</b>	<b>1.63</b>	<b>0.91</b>
<b>Riqueza</b>		<b>6</b>				<b>1.79</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 24 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Mamíferos).

MAMIFEROS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	25.00	0.25	-1.39	-0.35	0.35	0.32
<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	1	25.00	0.25	-1.39	-0.35	0.35	0.32
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	2	50.00	0.50	-0.69	-0.35	0.35	0.32
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-3.47</b>	<b>-1.04</b>	<b>1.04</b>	<b>0.95</b>
<b>Riqueza</b>		<b>3</b>				<b>1.10</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 25 Especies identificadas en el polígono del proyecto, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Aves).

AVES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	4	10.00	0.10	-2.30	-0.23	0.23	0.08
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	4	10.00	0.10	-2.30	-0.23	0.23	0.08
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07

AVES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1	2.50	0.03	-3.69	-0.09	0.09	0.03
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	2	5.00	0.05	-3.00	-0.15	0.15	0.05
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	2	5.00	0.05	-3.00	-0.15	0.15	0.05
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07
<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	2	5.00	0.05	-3.00	-0.15	0.15	0.05
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07
<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	2	5.00	0.05	-3.00	-0.15	0.15	0.05
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	3	7.50	0.08	-2.59	-0.19	0.19	0.07
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>100</b>	1.00	-54.26	-2.78	<b>2.78</b>	<b>0.94</b>
<b>Riqueza</b>		<b>19</b>				<b>2.94</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Considerando estos resultados se identificó para el grupo de los anfibios poca diversidad representada por dos especies.

En lo que respecta al grupo de los reptiles la especie con el valor más alto de diversidad fue el Huico de la Isla Cozumel (*Aspidoceles cozumela*). Esta especie es ovípara, de forrajeo amplio, insectívora con un ambiente hogareño de 45.1 m<sup>2</sup>. Se considera microendémica y ocupa una variedad de hábitats en Isla Cozumel (López-González & González-Romero, 1997;

Manríquez-Morán & Méndez-de la Cruz, 2008), entre ellos: playas, matorral costero, plantaciones de coco y bosque tropical semideciduo (López-González & González-Romero, 1997). Los datos actuales indican que el hábitat óptimo para *A. cozumela* son las playas, ya que es en donde se ha registrado la mayor densidad y el mayor número de poblaciones.

En lo que refiere al grupo de mamíferos también presento una diversidad baja. La especie *Nasua narica* (Coati), presenta una amplia distribución en el país la cual incluye hábitats de bosque tropical húmedo e incluso desiertos. Principalmente diurnos en hábitats poco disturbados y se refugia en huecos de árboles. Para el caso de la especie *Pecari tajacu* (Pecari) también presentan un amplio rango de distribución que contempla desde bosques tropicales hasta desiertos, presentan un temperamento nervioso, que les hace emprender una furiosa retirada al ser sorprendidos o molestados (Cabrera y Molano-Rueda, 1995). Para el caso de *Sciurus yucatanensis* (Ardilla Yucateca) también se presentan en diversos hábitats como bosques caducifolios y de hoja perenne, bosques semiáridos de pinos, robles y bosques secundarios.

Finalmente, para el grupo de las aves se identificó como el más diverso ( $H'$ : 2.78), donde las especies con mejor representación corresponden a *Bubulcus ibis* (Garza ganadera) y *Cathartes aura* (Zopilote aura). La especie *Bubulcus ibis* se considera una especie exótica invasiva se registró en México desde los años 50's originaria principalmente de África. Para el caso de *Cathartes aura* se distribuye en una variedad de hábitats como zonas abiertas y semiabiertas, incluyendo bosques subtropicales, matorrales, pastizales y desiertos. Su área de distribución se extiende desde el extremo sur de Sudamérica hasta el sur de Canadá.

#### IV.8.4.4 Especies en la NOM-059-SEMARNAT\*2010

En la siguiente tabla se presentan las especies encontradas mediante el trabajo de campo que se encuentran listadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante notar que todas las especies registradas para el área del proyecto, se encuentran también en el SAR, y sus distribuciones son amplias, de forma que al implementarse el proyecto, el cual además estará incidiendo en zonas modificadas dentro de la isla, no se estará afectando al permanencia de dichas especies.

Tabla IV. 26 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la superficie del SAR.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	SAR	Proyecto
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	Amenazada	Amplia/Introducida	X	X
Reptiles	Iguana iguana	Iguana verde	Sujeta a Protección Especial	Amplia/Nativa	X	
Reptiles	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Sujeta a Protección Especial	Amplia/Nativa	X	X
Mamíferos	<i>Procyon pygmaeus</i>	Mapache de Cozumel	En Peligro de Extinción	Restringida/Nativa	X	
Aves	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Sujeta a Protección Especial	Amplia/Nativa	X	
Aves	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	Amenazada	Amplia/Nativa	X	X
Aves	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Sujeta a Protección Especial	Amplia/Nativa	X	X
Aves	<i>Toxostoma guttatum</i>	Cuicacoche de isla Cozumel	En Peligro de Extinción	Amplia/Nativa	X	

A continuación, se describen brevemente algunas de las características de hábitats y hábitos de las especies encontradas en el área propuesta para el proyecto listadas en la NOM-059-SEAMRNAT-2010 que deberán ser considerados al momento de realizar el ahuyentamiento y rescate.

### ***Boa constrictor* (Mazacuata)**

Aunque esta especie está listada en la NOM-059-SEAMRNAT-2010, para el caso particular de la isla de Cozumel está considerada como invasora y se dice que representa un alto riesgo para la fauna autóctona, especialmente para las especies pequeñas con hábitos de actividad en el sotobosque como el cuicacoche de Cozumel *Toxostoma guttatum*, diferentes roedores endémicos como *Reinthonomys spectabilis*, *Oryzomys couesi cozumelae* y *Peromyscus leucopus cozumelae* y la lagartija *Cnemidophorus cozumelae*.

Se distribuye desde Tamaulipas por la vertiente del Golfo y desde Sonora y Baja California por la vertiente del Pacífico hacia el sur atravesando todo México y se prolonga hasta Sudamérica, (ver siguiente figura). El hábitat de la especie varía, se le puede encontrar debajo

de troncos de árboles caídos, piedras, en el suelo, en grietas o cuevas, entre las ramas de los árboles, en construcciones viejas o abandonadas y muy comúnmente en áreas de cultivos.

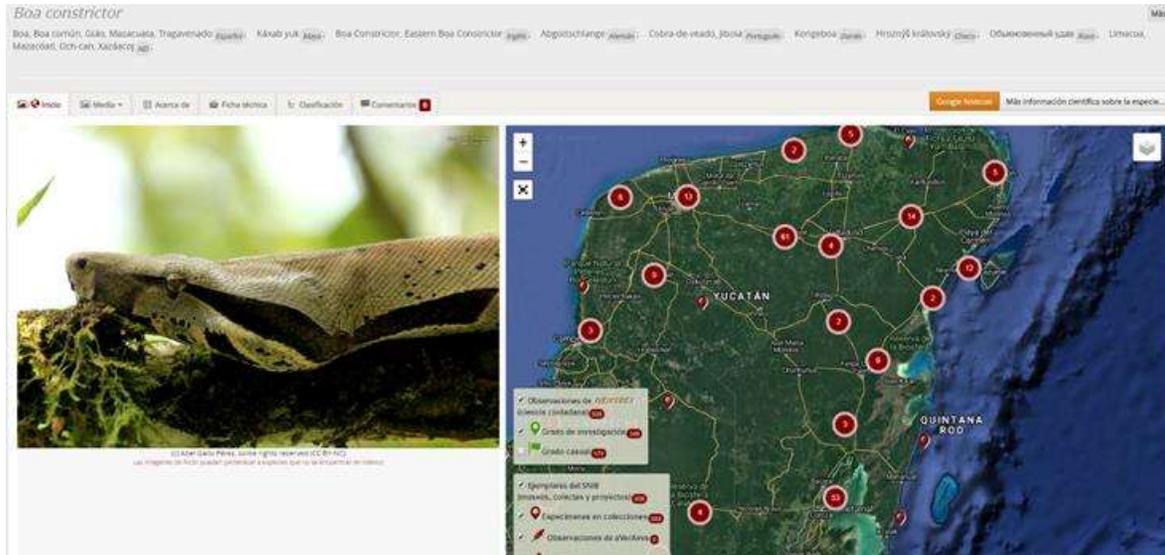


Fig. IV. 82 Distribución espacial de *Boa constrictor* (Fuente Enciclovida CONABIO).

### ***Sceloporus cozumelae* (Lagartija espinosa de Cozumel)**

*Sceloporus cozumela* es endémica a las costas de la Península de Yucatán. Sólo se conocía para el norte y noreste de Quintana Roo y norte y noroeste de Yucatán (Lee, 1996), sin embargo, recientemente se registró para el norte de Campeche cerca del límite con Yucatán (Cedeño-Vázquez et al., 2001). Se le puede encontrar únicamente asociada a zonas arenosas cercanas a la playa y vegetación arbustiva y herbácea. Aparentemente hacia el interior de la península es reemplazada por *Sceloporus chrysostictus* (Penner, 1973).

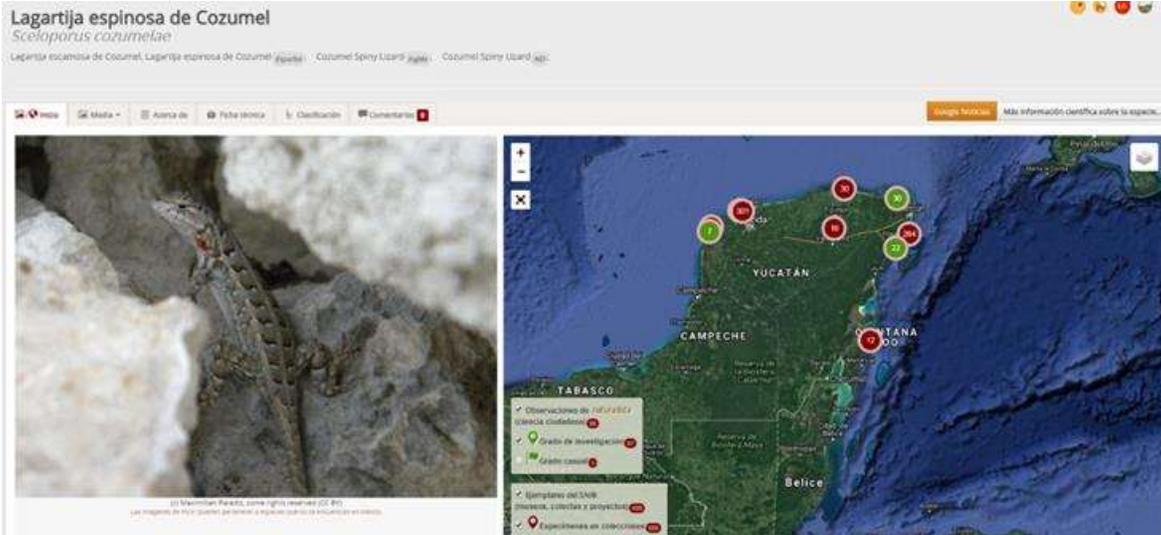


Fig. IV. 83 Distribución espacial de *Sceloporus cozumelae* (Fuente Enciclovida CONABIO).

### ***Patagioenas leucocephala* (Paloma corona blanca)**

Habita en selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, manglar, vegetación de matorral costero, pastizal cultivado, sabana y tular (Emlen 1977, Howell y Webb 1995). Presenta una amplia distribución desde el sureste de Florida, las Bahamas, las Antillas, Isla Caimán, Isla del Oeste del Mar Caribe, Cozumel, Quintana Roo, Belice, Honduras y Panamá. Suele nidificar en manglares en islas pequeñas alejadas de la costa, y a veces en la periferia de los manglares a lo largo de la costa, pero suele evitar zonas en las que haya mapaches (aparentemente, un gran predador de nidos).

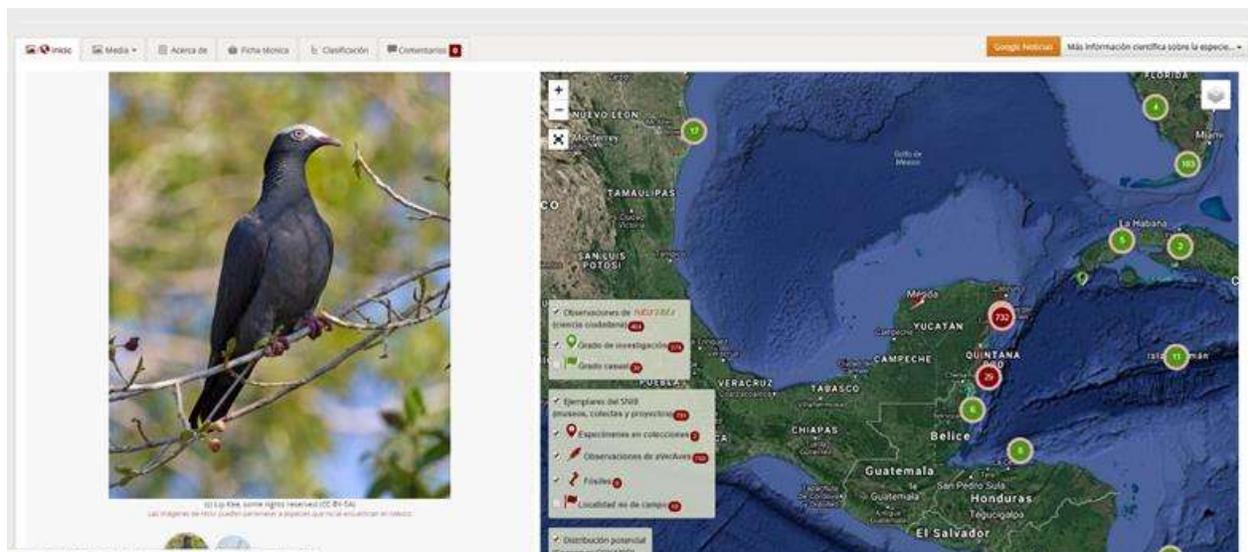


Fig. IV. 84 Distribución espacial de *Patagioenas leucocephala* (Fuente Enciclovida CONABIO).

## *Sternula antillarum* (Charrán mínimo)

Es un ave que cría principalmente en Norteamérica y migra para pasar el invierno en América Central, el Caribe y el norte de Sudamérica. En general, habita en costas con playas de arena cerca de extensos cuerpos de aguas poco profundos, donde se alimenta. Tierra adentro, vive a lo largo de ríos con anchos bancos de arena expuestos y lagos cercanos con salinas. En invierno, se encuentra en las costas tropicales y mar adentro.

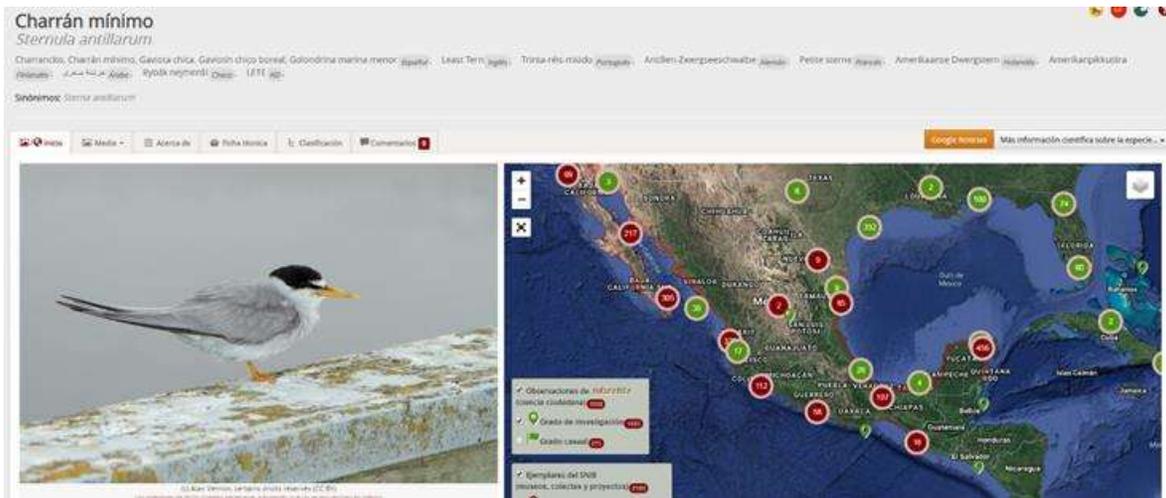


Fig. IV. 85 Distribución espacial de *Sternula antillarum* (Fuente Enciclovida CONABIO).

Si bien *Toxostoma guttatum* y *Procyon pygmaeus* solo se encontró en el SAR, es una especie que se encuentra en la categoría de Peligro de Extinción, por lo que a continuación se describe a grandes rasgos las características más importantes de la especie para poder tomar las medidas necesarias en caso de llegar a encontrarse en la zona de afectación, aunque, al tratarse de aves y mamíferos, se espera que con las actividades de ahuyentamiento no sea necesario tomar alguna acción extra.

*Toxostoma guttatum* se ha registrado que habita en sitios con vegetación densa y en sitios parcialmente abiertos (Howell 1999). Es considerada un ave de hábitos escondidizos que pasa gran parte del tiempo cerca del suelo o volando a baja altura, aunque López-Ornat et al. (1989) la observaron en la vegetación cercana a caminos.

Para el caso de la especie *Procyon pygmaeus* habitan una gran variedad de hábitats, pero se limitan principalmente a los manglares y humedales de arena en la punta noroeste de la isla. Sin embargo, también han sido capturados en los bosques semi-perennes y tierras agrícolas

que rodean sus hábitats preferidos, así como en el parque ecológico de Punta Sur en el extremo sur de la isla.

#### **IV.9. Tendencias de desarrollo y deterioro de la región**

En el SAR terrestre, las tendencias esperadas a partir de la implementación de las políticas de los instrumentos de planeación en materia urbana y ambiental, se espera que haya una transformación del territorio hacia una ocupación urbana y turística.

Conforme al Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Cozumel (POEL), el SAR terrestre se localiza en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) CP1 correspondiente a una política de Aprovechamiento (CP1). De acuerdo con este instrumento de planeación ambiental, la UGA CP1 está destinada a un uso principalmente de tipo urbano, turístico, industrial y de mantenimiento del espacio natural. Como se puede observar en la siguiente figura, esta UGA comprende la totalidad del Centro de Población de Cozumel, y se extiende hacia el sector sur que incluye extensas superficies de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, que probablemente y a largo plazo tenderán a un cambio de uso de suelo conforme a la política de aprovechamiento.



Fig. IV. 86 Tipos de degradación de suelos en el SAR terrestre.

Ahora bien, conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (2011) también se refleja una clara tendencia de avance de la mancha urbana de la localidad de Cozumel. Lo anterior, se confirma porque las políticas de Zonificación de Uso de Suelo en el SAR terrestre son: hacia la zona costera le corresponde el uso *Zona turística de densidad media*, y en el resto del SAR el uso es *Área Urbanizable - Programa Parcial* (ver la siguiente figura).

Conforme al PDU del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (2011), la estructura urbana propuesta en el modelo considera las tendencias naturales de crecimiento hacia la zona sur, en forma ortogonal, mediante la continuación de las vialidades primarias existentes y considerando las zonas más aptas para el desarrollo urbano. Las zonas sujetas a un Programa Parcial (superficie que mayor ocupa el SAR terrestre) localizadas en la zona sur del Centro de Población de Cozumel, quedarán como reservas de crecimiento a largo plazo, y se les dará uso, de acuerdo a los requerimientos que vaya presentando el municipio.

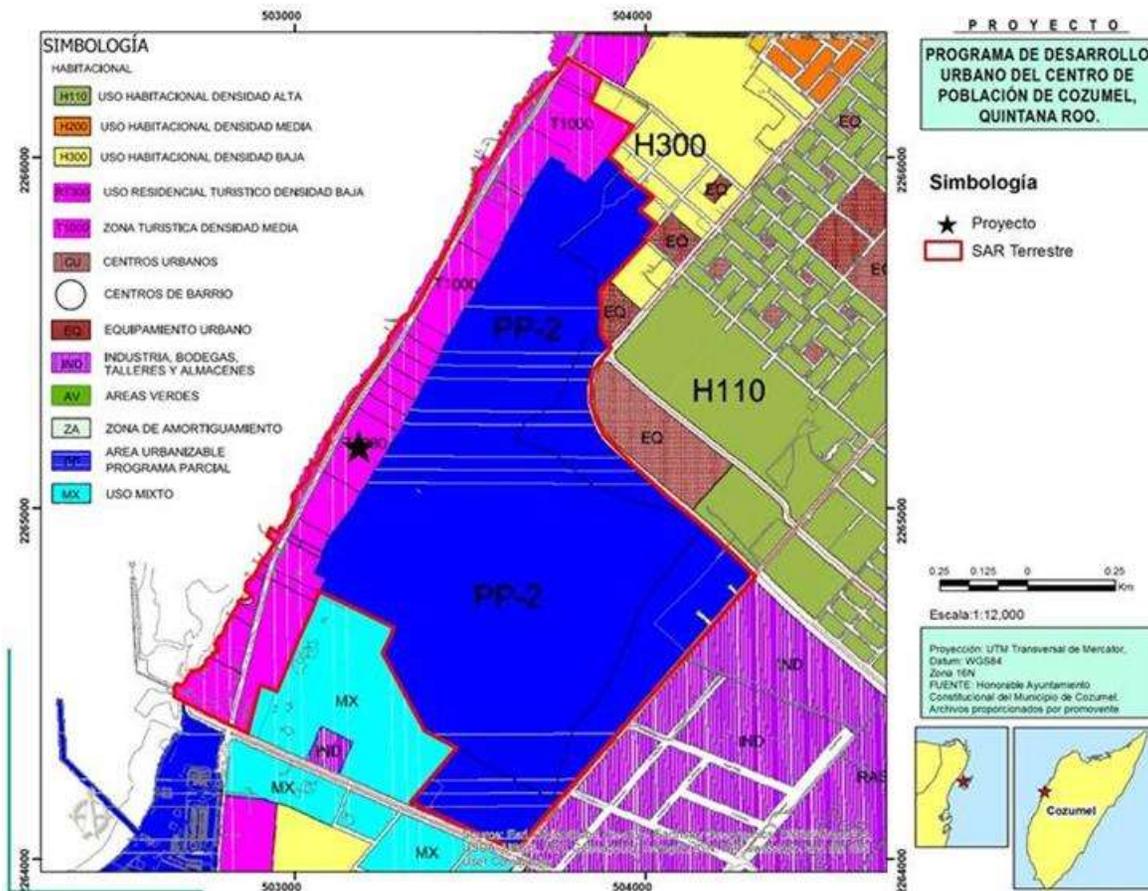


Fig. IV. 87 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo.

Con lo anterior, y considerando las tendencias de cambio previstas en el POET del municipio de Cozumel y el PDU del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (2011), la pérdida de vegetación y la degradación actual del suelo que se presenta en la localidad de Cozumel (Pérdida de la Función Productiva por urbanización) se extenderá a lo largo la unidad prevista como área urbanizable.

Por lo anterior, es posible observar que CON o SIN la presencia de las obras que incidirán en la zona terrestre, se prevé una inevitable modificación de las condiciones actuales.

#### IV.10. Diagnóstico ambiental

Para tener una adecuada identificación de los posibles impactos que puede ocasionar el proyecto, así como una correcta valoración de los potenciales impactos acumulativos que se pueden tener por el desarrollo del muelle, hay que tener claro el funcionamiento de los ecosistemas que se encuentran en el SAR, para lo cual es fundamental entender las

interacciones de las actividades humanas con los componentes y procesos que ocurren en los socio-ecosistemas, tanto en medio marino como en el entorno terrestre.

#### IV.10.1. Subsistema marino-costero

En primera instancia hay que destacar que la porción marina del SAR se encuentra en la porción de la costa oeste de la Isla de Cozumel con la biodiversidad más baja, debido a que, como se ha descrito anteriormente, sus condiciones naturales no son favorables para el desarrollo de arrecifes, manglares o praderas marinas. Las áreas conservadas con mayor biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas que se ubican las zonas sur y norte de la costa oeste de la isla.

Sí bien, dentro del SAR hay individuos aislados de corales y pastos marinos, estos no conforman colonias o comunidades de arrecifes de coral y praderas de pastos marinos que se tienen en otras áreas de la costa. Esta condición fue indicada por autores que han realizado estudios en el área de interés (Muckelbauer, 1990; Geomar, 2016; Loreto-Viruel et al., 2017) lo cual se confirmó con los trabajos de campo realizados para esta Manifestación. Así bien, dentro del SAR se observaron escasos crustáceos y gasterópodos.

La mayor parte del fondo de la zona marina del SAR se encuentra libre de organismos, siendo cubierto principalmente por un sustrato arenoso, aunque existen manchones aislados de algas y de otros grupos bentónicos (pastos marinos, corales, esponjas, etc.). A diferencia de otras zonas de la costa oeste de la Isla, en el SAR no hay formaciones arrecifales.

En el SAR los procesos de erosión y sedimentación se encuentran en equilibrio, teniendo que la misma cantidad de sedimentos que entra sale, por lo que no hay un efecto relevante de los organismos bentónicos en la retención de sedimentos.

Por todo lo anterior, el SAR es el área de la costa oeste de la Isla de Cozumel que ofrece los menores servicios ecosistémicos ya que no existen comunidades bióticas con una alta biodiversidad o productividad primaria o pesquera. A diferencia de otras áreas de la Isla, en el SAR no hay presencia de especies carismáticas o de relevancia ecológica y económica. La mayoría de las especies identificadas son consideradas de amplia distribución en aguas

tropicales, generalistas y resistentes a las diversas presiones antrópicas (cambios de temperatura, calidad de agua, etc.).

Así bien, se tiene que en el Subsistema Marino del SAR el tipo de sustrato y la alta velocidad de la corriente limitan el desarrollo del bentos; por otro lado, no hay un aporte de nutrientes significativo que estimule la productividad, lo cual está asociado en gran medida a la ausencia de aportes de agua dulce que transportan nutrientes y favorece el desarrollo de las comunidades de manglar que presentan una alta productividad y aporte significativo de nutrientes a los ecosistemas marinos.

Mediante la siguiente figura se presenta los componentes y procesos que determinan las condiciones del subsistema marino del SAR.

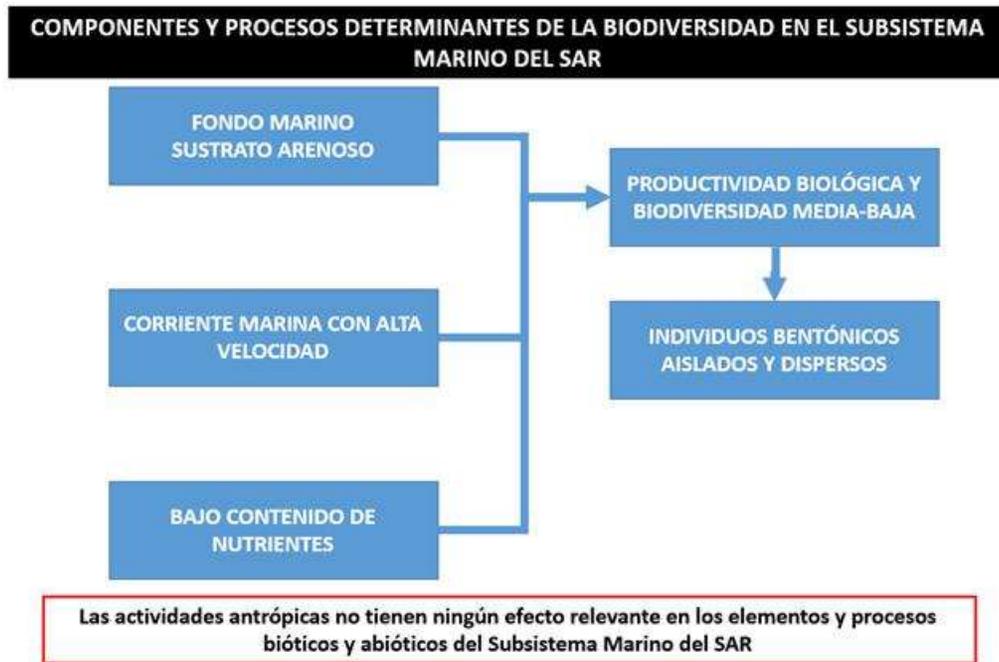


Fig. IV. 88 Componentes y procesos determinantes de la Biodiversidad en el medio marino del SAR.

En el SAR es donde se presenta la mayor actividad humana con respecto al resto de la Isla de Cozumel, al concentrarse en ella la mayor parte de la infraestructura portuaria y hotelera, así como el desarrollo urbano habitacional. De acuerdo con los resultados de estudios previos en el SAR (Muckelbauer, 1990; Geomar, 2016; Loreto-Viruel et al., 2017) y los datos que se obtuvieron durante los trabajos de campo, la menor relevancia de la biodiversidad en el SAR está determinada fundamentalmente por las condiciones naturales del mismo.

Actualmente la economía en Cozumel se encuentra basada en la actividad turística y el comercio directamente relacionado con ésta, seguido de la pesca comercial y en menor proporción la agricultura (para mayor detalle de las actividades económicas del SAR, revisar los anexos del capítulo IV). El turismo se desarrolla principalmente en la costa occidental del espacio insular, que es donde incidirán las obras del proyecto; en él se encuentra infraestructura hotelera, clubes de playa, práctica de deportes acuáticos y buceo, y también se localiza la principal área urbana (San Miguel de Cozumel). Sin embargo, los muestreos realizados indican que no hay efectos significativos de estas actividades sobre las condiciones físicas, químicas y bióticas del subsistema marino.

Aun cuando el desarrollo turístico de Cozumel y en particular la construcción de la infraestructura portuaria (muelles de cruceros) ha crecido desde los años 70, la información recabada en campo y la bibliografía consultada (ver anexos del capítulo IV) indica que la biodiversidad no ha sido modificada sustantivamente, lo cual se debe a que las estructuras construidas en el mar no han modificado el comportamiento de las corrientes y mareas ni los patrones de erosión y depósito de sedimentos. Hay que destacar que el flujo de las corrientes a lo largo del año tiene un comportamiento similar “tanto a la entrada como a la salida” del SAR, lo cual significa que, la velocidad de la corriente y la calidad del agua durante su paso por el SAR no son modificadas por elementos naturales ni por actividades o construcciones humanas.

En cuanto a la evolución de la línea de costa, la observación de las imágenes de satélite durante el periodo (2003-2016), muestran que aún con la presencia de los muelles, la costa en el SAR se ha mantenido estable sin cambios apreciables, como se puede observar en las siguientes figuras.

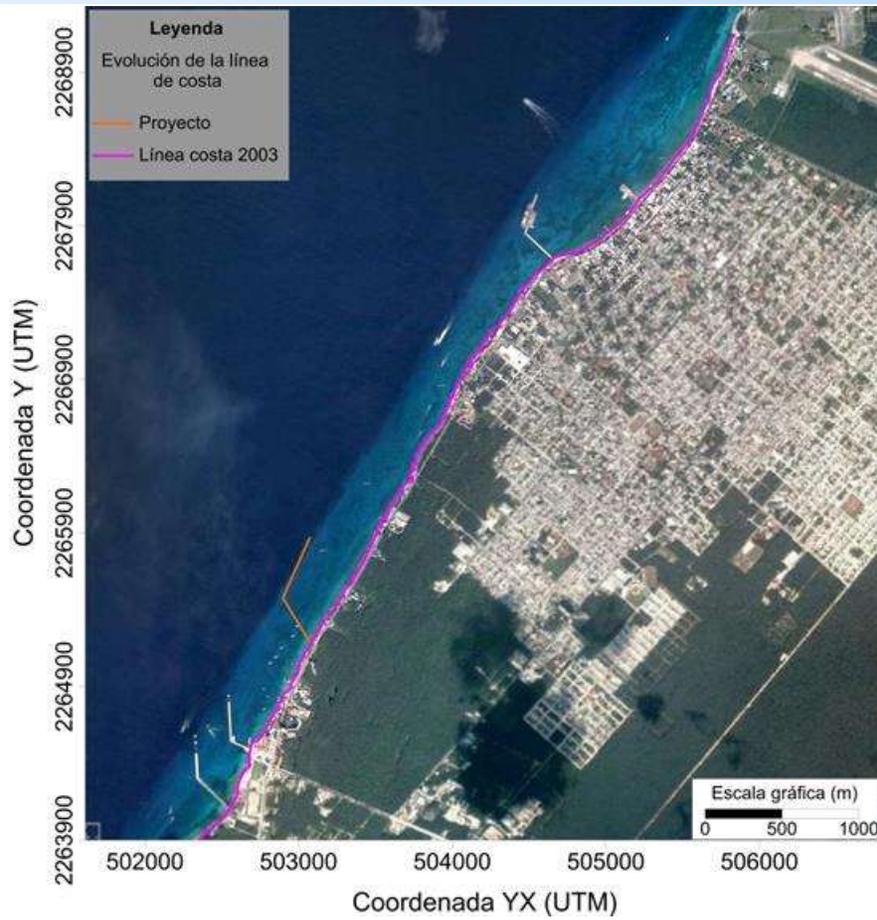


Fig. IV. 89 Línea de costa del 2003 en el área comprendida en el SAR Marino.

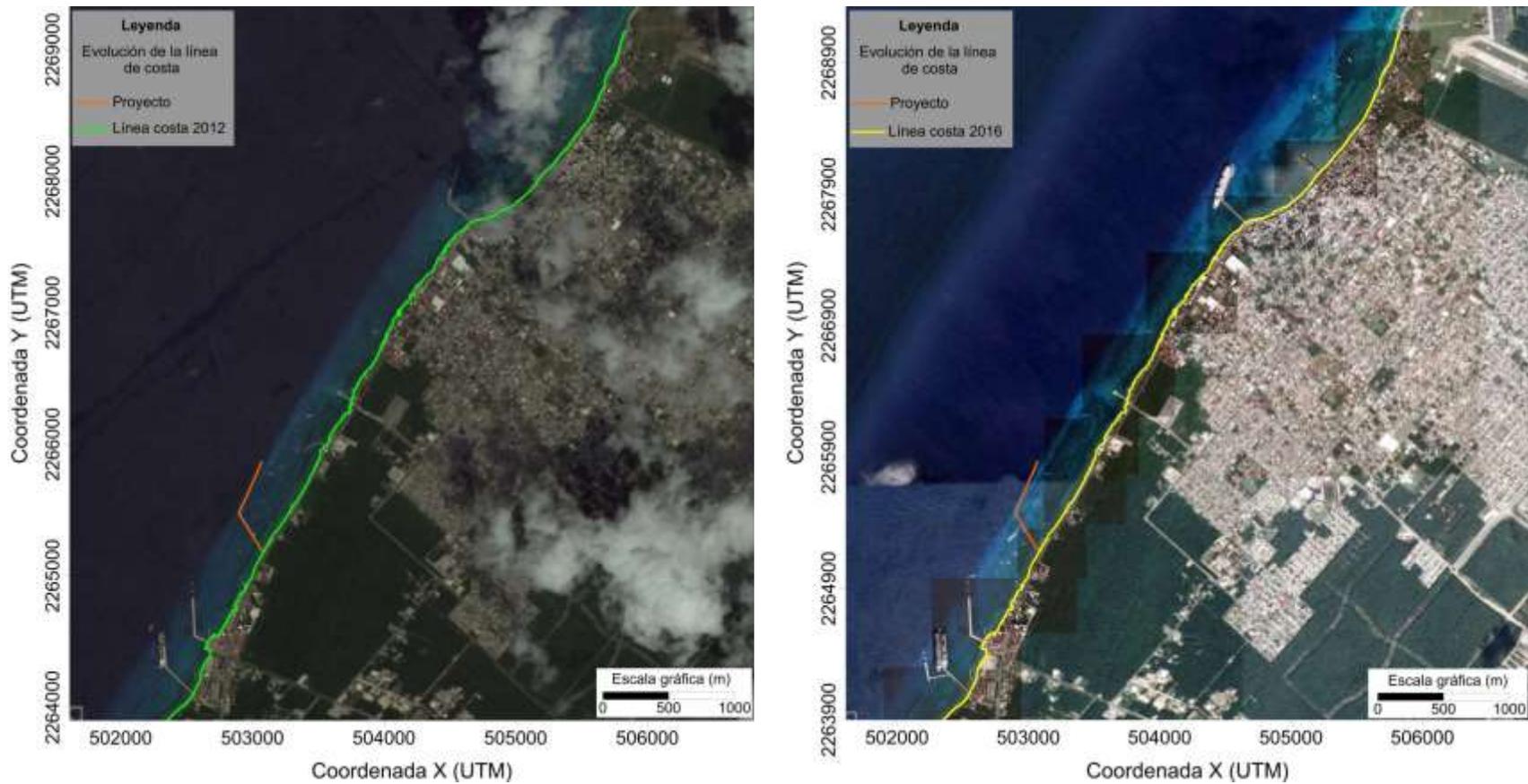


Fig. IV. 90 Líneas de costa de los años 2012 (izquierda) y 2016 (derecha) en el área comprendida en el SAR Marino.

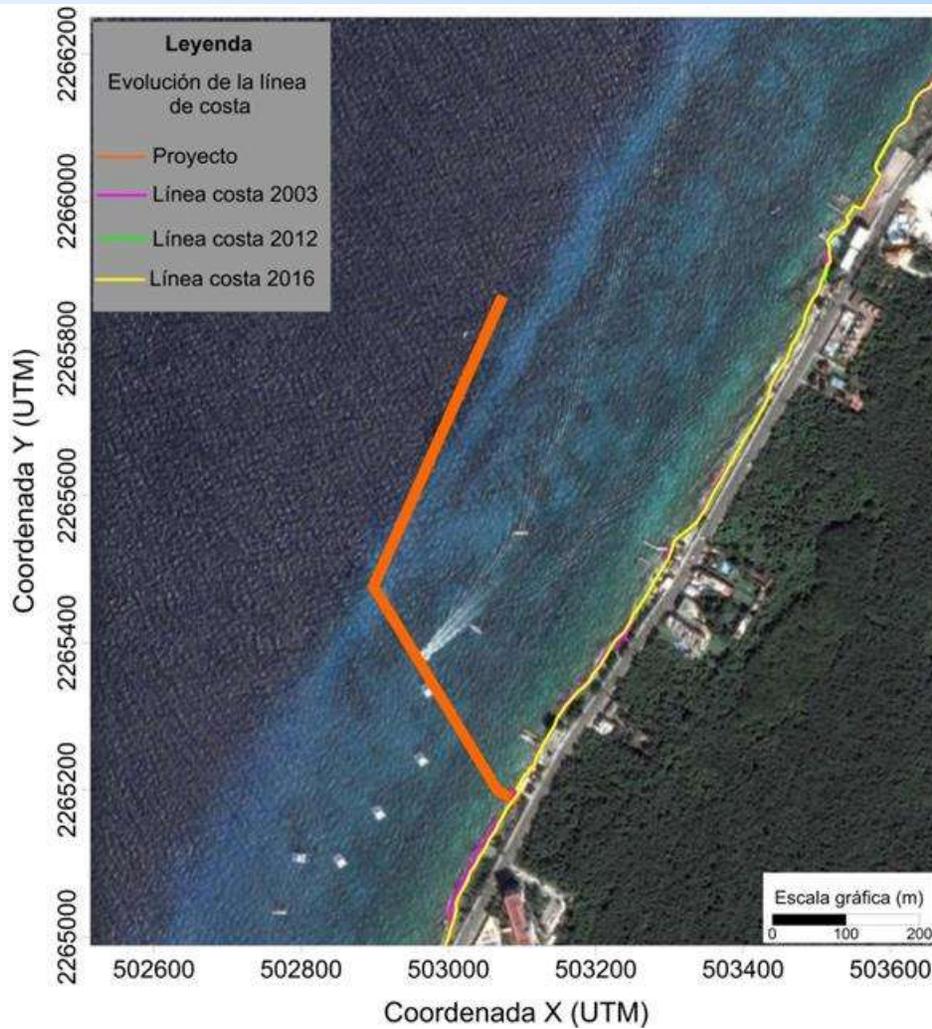


Fig. IV. 91 Evolución de la línea de costa en el periodo de 2003-2016 en el área donde se ubicará el proyecto.

A pesar del tráfico marítimo dentro y fuera de los límites del SAR marino, durante los trabajos de campo realizados para evaluar este proyecto no se encontró evidencia de contaminación de las aguas por grasas y aceites.

Así, los análisis realizados indican que en el SAR sigue existiendo una calidad ambiental adecuada para las comunidades bióticas que ahí han existido. Las actividades humanas no han modificado sustantivamente la estructura y dinámica de los ecosistemas. Sin embargo, para que esta situación prevalezca en el futuro, las actividades turísticas, recreativa y el desarrollo de infraestructura debe continuarse desarrollando de manera ordenada y con ello también evitar que se pueda afectar áreas fuera del SAR.

Así, todos los elementos aportados en los párrafos anteriores indican que las actividades humanas que se desarrollan en el Subsistema Marino del SAR no están teniendo ningún impacto significativo que amenace *la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas*.

A diferencia de otras porciones de la costa oeste de la Isla de Cozumel, el área donde se construirá el proyecto no recibe aportes de agua dulce, lo cual se confirma con la similitud en las concentraciones de sal cerca de la costa y alejado de ella. El único sitio del SAR donde la literatura reporta un aporte de agua subterránea hacia el mar es en el cenote Caletita, en donde se detectó una conexión subterránea entre el cenote y dos ojos de agua localizados en el mar (ver la siguiente figura). Por esta razón es que en el SAR no se tienen humedales costeros caracterizados por la presencia de condiciones salobres y la conformación de suelos por los aportes de materiales acarreados por las corrientes superficiales de agua dulce.

En relación al agua subterránea, el área del proyecto incidirá en la zona de descarga cuyos resultados de calidad del agua indicaron que no existen aportes significativos desde tierra que puedan modificar las condiciones halinas.



Fig. IV. 92 Ubicación del cenote Caletita, y distancia con respecto al proyecto.

En el caso del sitio donde se encuentran los individuos de mangle, no hay aportes de agua dulce ni suelo típico de humedales, ya que presenta un sustrato rocoso. Está caracterizada por presentar una costa de tipo rocosa con sedimentos gruesos a muy gruesos, compuestos principalmente por fragmentos de roca, por lo que prácticamente el suelo es muy somero, y se encuentra de forma inestable debido al movimiento del sustrato por las corrientes, el oleaje y las mareas. Este funcionamiento hidrodinámico con el sustrato de suelo, no permite un mayor desarrollo del suelo y en consecuencia es una limitante para la acumulación de nutrientes.

En el SAR terrestre debido a la ausencia de escurrimientos superficiales por la rápida infiltración en los suelos calcáreos y donde los flujos subterráneos afloran en cenotes o rías en la franja litoral, no hay la formación de humedales.

#### **IV.10.2. Subsistema terrestre**

En la porción terrestre del SAR las actividades e infraestructura turística, así como los asentamientos humanos han realizado cambios en el medio natural. En la isla se distinguen claramente las zonas donde el suelo y la vegetación se encuentran conservados, de las áreas donde se desarrollan las actividades turísticas y se tienen los asentamientos humanos, ya que en éstas la vegetación ha sido eliminada y el suelo se encuentra degradado.

Como consecuencia de los cambios en el uso del suelo, en las áreas habitacionales y turísticas se tiene una baja diversidad faunística y solo las aves tienen una abundancia relativamente alta. No obstante, en áreas cercanas a la zona turística aún se pueden encontrar eventualmente algunos individuos de especies de fauna silvestre de importancia ecológica, debido a que en sus alrededores hay todavía áreas de selva en buen estado de conservación, pero las observaciones de campo indican que las poblaciones de estas especies se concentran en las áreas mejor conservadas y con menor presencia humana.

Si bien la vegetación de selva secundaria cubre una superficie considerable de la porción terrestre del SAR, el Programa de Ordenamiento Ecológico (POEL) del Municipio de Cozumel establece que el SAR se encuentra en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con una política de Aprovechamiento (CP1), por lo que en el mediano y largo plazo se presentará un desarrollo urbano que sustituirá la selva. No obstante, esta directriz para el uso del suelo en el SAR, lo recomendable es la aplicación de programas de compensación, ya sea para proteger áreas con vegetación natural o para recuperar hábitats.

Los cambios más relevantes en la isla están asociados al desarrollo turístico que ocasiona un incremento en las actividades de consumo y de servicios, situación que ha modificado los usos de suelo. Además, se advierte la influencia de otros factores, tales como el crecimiento natural constante de la población y su movilidad. El desarrollo turístico ha sido un atractivo

para la llegada de población para trabajar en las denominadas temporadas altas (Padilla *et al*, 2019).

El crecimiento urbano desorganizado y no planeado que se ha suscitado en esta ciudad en los últimos años, ha provocado que la zona urbanizada de la ciudad de Cozumel se extienda desordenadamente impactando el territorio y el ambiente en general. Esto a su vez ha traído como consecuencia altos costos económicos, sociales y ambientales que truncan la calidad de vida de los ciudadanos (Ayuntamiento de Cozumel, 2011-2013).

Así a fines de la década de 1950 y principios de la de 1960, inicia en la isla de Cozumel el turismo como principal actividad económica, al terminar esta última década comenzó el turismo de cruceros, el cual tuvo un dinámico aumento en los decenios de los -80s y 90s- convirtiéndola en el primer destino turístico de cruceros de México y en el segundo destino turístico de la entidad, después de Cancún, conservándose en ese lugar hasta hoy en día. Alcanzar esos lugares fue posible porque también se dio el desarrollo de las vías de comunicación y de la infraestructura de servicios.

Derivado en gran medida del turismo de Cozumel, se observa un importante incremento poblacional que incide en el crecimiento espacial de la ciudad desde los años 80's, lo cual se aprecia en las siguientes imágenes. Actualmente, el desarrollo de hoteles y obras adicionales para el desarrollo de la actividad turística está ocasionando que la vegetación original esté siendo transformada en la zona oeste de la isla, en donde se concentran la mayoría los asentamientos humanos y áreas de uso antropogénico.

Es importante mencionar que esta concentración de desarrollo y actividades humanas se encuentra principalmente en la Ciudad de San Miguel Cozumel y sus alrededores, lo que ha permitido que la gran mayoría de la vegetación natural de la isla se conserve en su estado original.

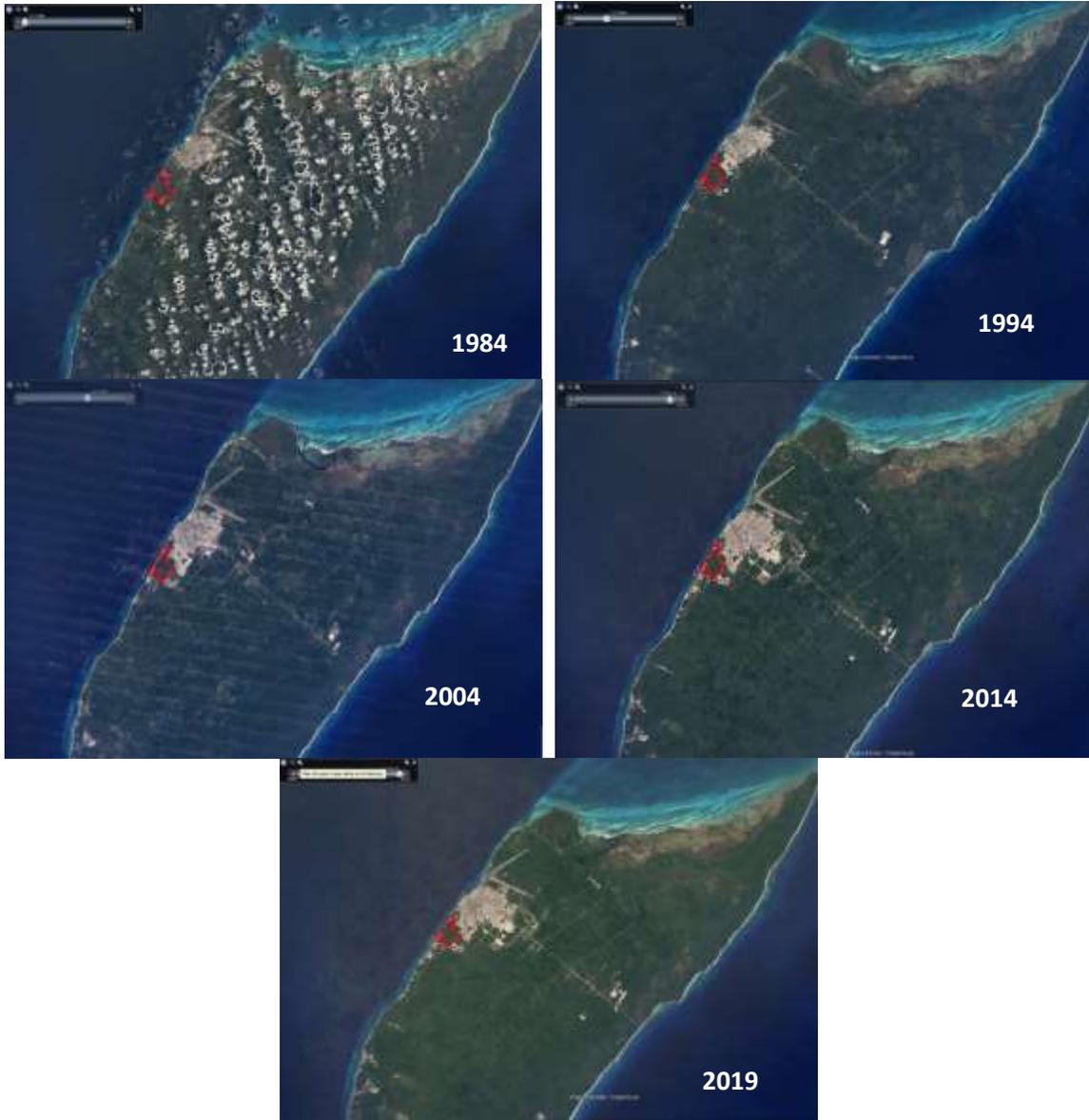


Fig. IV. 93Crecimiento del área urbana Cozumel, Quintana Roo

Para el año 2010, la CONAPO había proyectado una población de 110,986 habitantes; sin embargo, la cifra no se superó y llegó sólo a los 77,236. No obstante, se prevén grandes aumentos debido a que se considera que la ciudad se encuentra en un proceso de consolidación como un centro generador de empleos. Estos aumentos están contemplados en el Programa de Desarrollo Urbano que ha designado un espacio denominado área urbanizable para sustentar el incremento poblacional y en consecuencia el crecimiento urbano en años venideros. **Para 2025 según las proyecciones, se pronostica que la población se encuentre dentro de los 200 mil habitantes y las zonas hacia donde se contempla su crecimiento se encuentran dentro del SAR del proyecto** (ver siguiente figura).

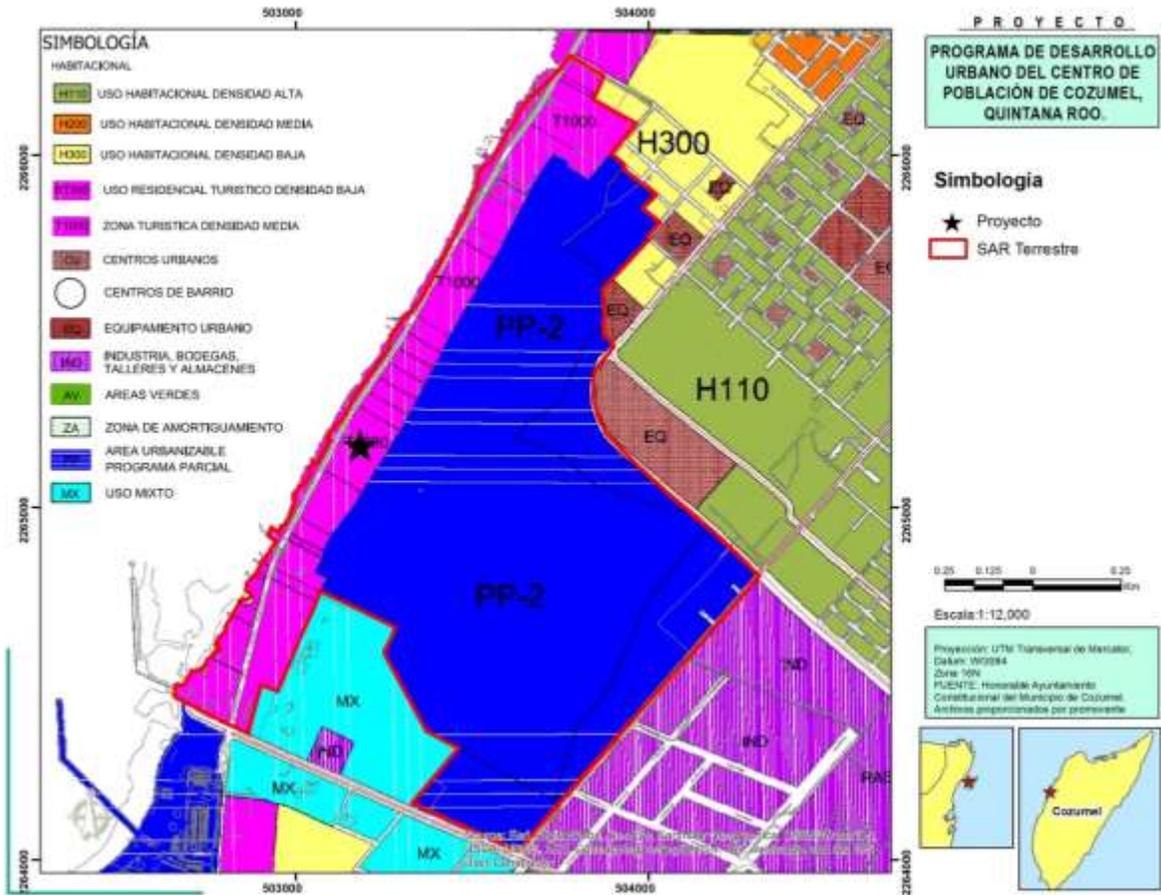


Fig. IV. 94 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo.

De esta manera la cercanía del SAR y área del proyecto con respecto a la zona urbana de Cozumel han condicionado sus componentes ambientales. A nivel del SAR se identifica vegetación que corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia cubriendo el 76.87% y manglar con el 3.26%. Mientras que el uso de suelo corresponde al desarrollo antrópico (16.87%), este uso de suelo se localiza principalmente alrededor a la zona de costa y a la Av. Rafael-Melgar.

Dentro del SAR se presenta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia; esta etapa sucesional se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Lo que se ve evidenciado por la presencia de especies como *Cecropia obtusifolia*, *Coccoloba spp.*, *Lysiloma spp.*, *Piscidia communis*, *Croton spp.*, *Ipomoea spp.*, y *Cordia spp.* que son indicadoras de comunidades secundarias arbóreas en las selvas.

En lo que refiere a la comunidad del manglar se presentan dos manchones en el norte del SAR, cabe señalar que el proyecto no afectará estos humedales ya que se ubica a una distancia aproximada de 224 m. La playa presente en el SAR principalmente corresponde al tipo de costa que se conoce como beach rock o playa rocosa la cual dificulta el establecimiento tanto de flora como de fauna. De esta manera un organismo de playa rocosa puede estar sometido a niveles variables de deshidratación, temperaturas altas y bajas, grados diversos de salinidad, el embate de las olas, largos períodos sin alimento y variados niveles de depredación (Stephenson & Stephenson, 1972; Wiley, Roland, & Tunnell, 1982).

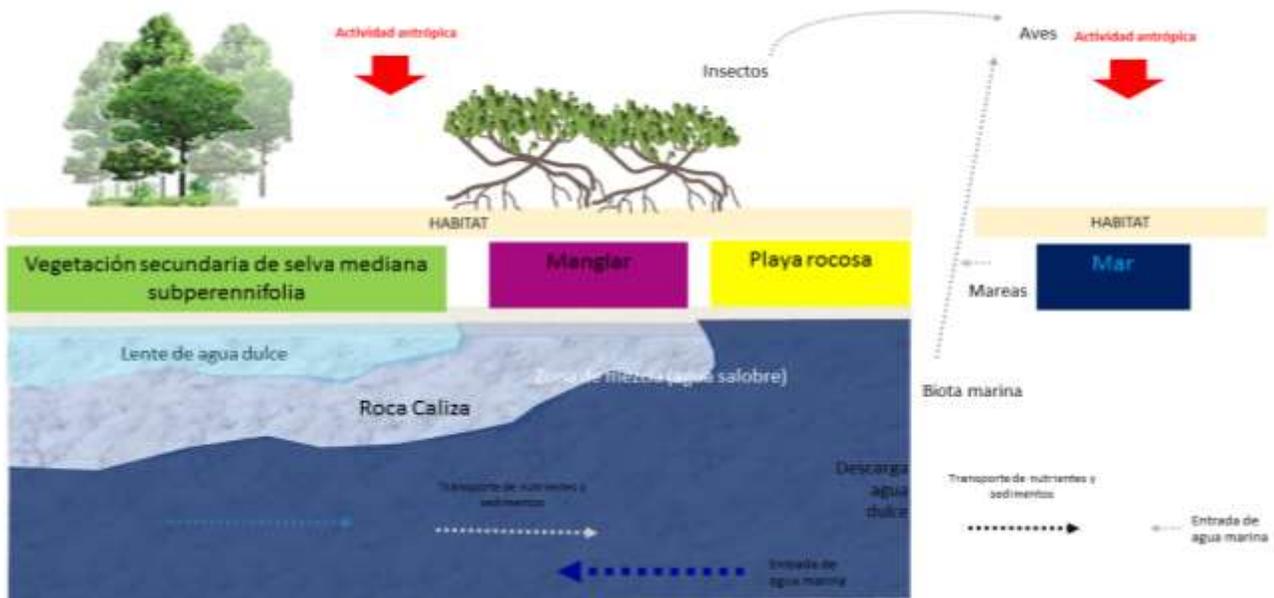


Fig. IV. 95 Principales ecosistemas presentes en el SAR.

Aunque hay manchones de manglar en la superficie del SAR, no hay conexión con el medio marino por lo cual no representan sitios atractivos para hábitat de peces.

Hay que destacar, que si bien se identificaron individuos de mangle en la playa rocosa ubicada entre el malecón y el mar, estos forman parte de una comunidad vegetal secundaria en la que también hay malezas y elementos de selva, lo cual **no corresponde con un humedal costero**. Además, no hay el aporte agua dulce y las condiciones topográficas necesarias para conformar zonas de resguardo, reproducción y alimentación para la fauna, que conforman los humedales costeros. No obstante, esta comunidad vegetal secundaria **no será afectada** ya que el diseño de las obras se ha realizado para respetar su distribución ya que la

infraestructura será edificada por arriba de los individuos, se utilizarán materiales transparentes y se instalará un drenaje pluvial que permitirán el paso de luz natural y la llegada del agua de lluvia, que son factores necesarios para la sobrevivencia de las plantas.

En lo que respecta a la fauna presente en el SAR presentó una baja diversidad a excepción del grupo de aves, las especies con mayor número de registro fueron; *Incilius valliceps* con 2 registros para los anfibios, por *Aspidocelis cozumela* con 5 registros para el caso de los reptiles, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis* con 3 registros para los mamíferos y *Zenaida asiatica* con 5 registros para el grupo de aves.

Para el caso de la vegetación de selva presente en la superficie del proyecto los resultados obtenidos para los grupos de las arbóreas y arbustivas presentan una homogeneidad para el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia. En ambos casos se presenta una baja diversidad, la especie dominante corresponde a *Vachellia cornígera*, es una especie que crece en los claros de la selva mediana subperennifolia.

En lo que refiere a la fauna en el polígono del proyecto se reportan 30 especies, con el grupo de aves mejor representado con 18 especies seguido por el grupo de reptiles con 6 especies, mamíferos con 3 especies y anfibios 2 con especies. Algunas de estas especies resultan endémicas de la península de Yucatán.

La diversidad tanto de fauna como de flora en la superficie donde se pretende establecer el proyecto es baja, lo cual puede relacionarse con la cercanía a la zona urbana de Cozumel. Actualmente, el desarrollo de hoteles y obras adicionales para el desarrollo de la actividad turística han ocasionado modificaciones sobre la vegetación de la zona oeste de la isla, lugar donde se concentran en su mayoría los asentamientos humanos y áreas de uso antropogénico, ocasionando que la vegetación original que se distribuía en esta zona de la isla, esté siendo transformada por vegetación secundaria colonizadora. Sin embargo, esta concentración de desarrollo y actividades humanas se encuentra principalmente en la Ciudad de San Miguel de Cozumel y zonas adyacentes.

#### IV.11. Conclusiones

- El principal agente forzante de la hidrodinámica en el canal de Cozumel es la corriente de Yucatán con dirección dominante de sur a noreste. Esta corriente no presenta inversiones y es controlada por la topografía de la zona.
- La porción marina del SAR presenta condiciones ambientales homogéneas tanto vertical como horizontalmente, lo que sugiere una buena mezcla vertical y horizontal de la masa de agua. Los trabajos de campo indican que no hay aportes significativos de agua dulce desde la isla.
- Los valores de los parámetros fisicoquímicos del SAR Marino determinados durante los trabajos de campo fueron inferiores a los límites máximos establecidos para aguas costeras, tipos A y B, según lo indicado en la NOM-001-ECOL-1996. A pesar del intenso tráfico marítimo que prevalece dentro y fuera de los límites del SAR marino, no se detectó evidencia de contaminación de las aguas por grasas y aceites. Dentro de los anexos se incluye el estudio marino con cada uno de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua.
- Los videotransectos de la zona muestran que es un área abierta y con comunidades bióticas que presentan menor diversidad y abundancia de la que se observa en otras áreas de la Isla donde hay arrecifes, praderas marinas o manglares. La biodiversidad del SAR, de acuerdo con los valores del índice de Shannon- Wiener, corresponde en promedio a una diversidad media-baja. Hay que destacar que otras áreas del Caribe y de la propia Isla de Cozumel que tienen mucho mayor diversidad y abundancia, se puede concluir como una región con una diversidad baja.
- El Ecosistema del SAR está conformado por individuos dispersos de corales, pastos marinos y esponjas la cual ofrece pocos servicios ambientales tanto de conservación como de aprovechamiento.
- La comunidad biótica es uniforme en todo el SAR marino. No se detectó la presencia de especies carismáticas como tortugas o mamíferos marinos.

- Se identificaron siete especies de corales, pero con baja cobertura, lo que coincide con reportes previos que describen el área como de baja cobertura coralina debido a la ausencia de sustrato adecuado para la fijación de estos organismos.
- El proyecto propuesto no tiene relación con las actividades pesqueras ni incide o afecta áreas de crianza (ecosistemas de arrecifes de coral, pastos marinos, humedales, manglares, entre otros).
- El macro bentos en el SAR marino no parece haber cambiado significativamente desde los años 70 – 80 del siglo pasado, cuando comenzó el auge del turismo de cruceros y la construcción de los primeros muelles en Cozumel.
- Dentro del SAR no se identifican zonas de generación y/o exportación de sedimentos, por lo que se considera una zona de tránsito de sedimentos provenientes de fuentes externas.
- Aún con la presencia de los muelles, la línea de costa no ha tenido cambios significativos, lo cual se debe a que es de tipo rocosa, además de que las intensas corrientes no permiten la acumulación de sedimentos. Se prevé que con la presencia del proyecto siga el mismo comportamiento.
- Los procesos hidrodinámicos se mantendrán aún con la presencia del proyecto debido a que el piloteado del muelle no generará cambios en la hidrodinámica, en la dirección y velocidad de las corrientes, y por lo tanto tampoco en los patrones de erosión y depósito de sedimentos.
- Los resultados de las simulaciones del transporte de sedimentos, muestran que la construcción del muelle no generará cambios en el transporte de sedimentos.
- Dentro del medio terrestre el flujo hidrológico subterráneo es uno de los procesos relevantes y críticos en el funcionamiento del sistema, ya que es la forma en que se encuentra y mueve el agua. El agua subterránea es la única fuente de agua dulce.

- El proyecto pretende emplazarse en una superficie con selva secundaria, donde los índices de diversidad fueron principalmente bajos, relacionado directamente con la influencia de la zona urbana de San Miguel Cozumel.
- Conforme a las tendencias de cambio establecidas en el POET del municipio de Cozumel y el PDU del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo (2011) se prevé en las inmediaciones de la ciudad de Cozumel, el avance de la mancha urbana y el desarrollo de la actividad turística. Por lo que, CON o SIN la presencia del proyecto en la zona terrestre, será inevitable la transformación del sitio.

# CAPÍTULO V

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.*



## Contenido

<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....</b>	<b>3</b>
<b>V.1 Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>V.2 Identificación de impactos ambientales.....</b>	<b>4</b>
V.2.1 Identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto con un enfoque sistémico. ....	5
V.2.2 Impactos puntuales.....	19
<b>V.3 Impactos acumulativos y residuales .....</b>	<b>24</b>
V.3.1 Impactos acumulativos .....	24
V.3.2 Impactos residuales.....	25
<b>V.4 Análisis y descripción de los impactos ambientales.....</b>	<b>26</b>
V.4.1 Impactos en el medio marino .....	27
V.4.2 Impactos en el medio terrestre.....	28
<b>V.5 Conclusión.....</b>	<b>29</b>

## Contenido figuras y tablas

<i>Fig. V.1 Definición gráfica del impacto ambiental. Fuente: Conesa V. (2010). ....</i>	<i>3</i>
<i>Fig. V.2 Incidencia del proyecto en el subsistema marino del SAR. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. V.3 Perfil de la plataforma marina y biotopos cerca del Sector Naval de Cozumel, Q.Roo (tomada de Muckelbauer, 1990). ....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. V.4 Individuos de diversos grupos bentónicos presentes en el transecto 5 dentro del SAR marino de Cozumel, Q. Roo. ....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. V.5 Cubrimiento por macroalgas y otros organismos bentónicos de un pilote del muelle Cozumel Cruise Excursions.....</i>	<i>14</i>
<i>Fig. V.6 Simulación de Erosión- Depósito dentro de la zona del proyecto “Muelle Cozumel” y en las zonas aledañas en la temporada de lluvias para un periodo de simulación de 14 días con 23 horas. Sin obra (Izquierda), con obra (derecha). ....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. V.7 Simulación de Erosión-Depósito dentro de la zona del proyecto “Muelle Cozumel” y en las zonas aledañas en la temporada de nortes para un periodo de simulación de 14 días con 23 horas. Sin obra (Izquierda), con obra (derecha). ....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. V.8 Incidencia del proyecto en el subsistema terrestre del SAR. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla V.1 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto que producirán impactos ambientales. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla V.2. Impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla V.3 Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010). ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla V.4 Matriz de los impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>23</i>

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### V.1 Introducción

Una vez identificado como funcionan los subsistemas terrestre y marino del SAR donde se construirá el proyecto, descritos en el Capítulo anterior, en el presente Capítulo se determinaron las obras y actividades del proyecto que generarán impactos ambientales y si estas ocasionarán un cambio en el funcionamiento y estructura de los sistemas ambientales regionales (SAR marino y terrestre), por medio de un análisis sistémico del potencial impacto ambiental del proyecto y una *Metodología de evaluación de impactos ambientales* (incluida en anexos).

Se entiende como impacto ambiental a la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza de acuerdo a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). También, diversos autores como Conesa V. (2010), definen a un impacto ambiental como las alteraciones de carácter negativo o benéfico (en su caso) que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana (en este caso, el desarrollo del proyecto), en comparación con lo que hubiese ocurrido si la actividad no se hubiese dado (ver siguiente figura), y que puede variar en función del tiempo.

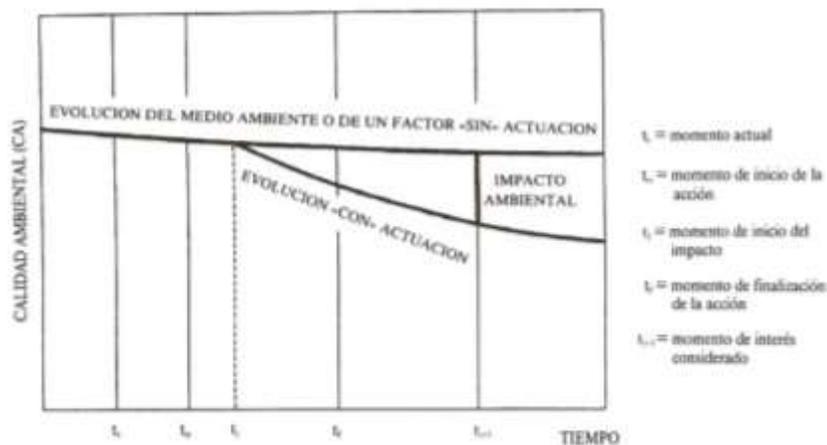


Fig. V.1 Definición gráfica del impacto ambiental. Fuente: Conesa V. (2010)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Conesa V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

El principal enfoque con el cual se realizó este Capítulo V fue el de determinar la incidencia del proyecto sobre los componentes o procesos relevantes que componen el funcionamiento de los sistemas ambientales (enfoque sistémico), para establecer su significancia y si ésta resulta conforme a lo indicado en la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en el cual se establece que un impacto significativo es: *“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”*.

Para realizar una adecuada identificación de impactos en donde se incluyan los elementos centrales del funcionamiento del ecosistema, en particular para el SAR marino se consideró la simulación de los procesos hidrodinámicos en el SAR con la ejecución de proyecto y sin él, y la comparación de las condiciones ambientales que se observan en el SAR desde que se inició la construcción de muelles. Con estos trabajos se buscó esencialmente realizar un análisis sistémico del potencial impacto ambiental, con el cual se pudo obtener una mejor comprensión de los cambios estructurales y funcionales de los ecosistemas.

En tanto, la *Metodología de evaluación de impactos ambientales* sigue los pasos principales para la elaboración de un Capítulo V requeridos para una MIA-R, los cuales son: primero, se realiza la **identificación** de las obras y actividades que generarán impactos ambientales, y del funcionamiento y estructura de los SAR; después, se realiza una valoración inicial de las interacciones del proyecto con los componentes de los ecosistemas, así como de los impactos acumulativos y residuales, para posteriormente **evaluar**, si los impactos afectarán a los procesos y funcionamiento del ecosistema; y por último, se realiza un análisis y **descripción** de los impactos ambientales identificados.

## V.2 Identificación de impactos ambientales

Como ya se ha descrito en el Capítulo II, el proyecto se compondrá sólo de 3 estructuras: 1) el muelle que estará constituido por la obra de atraque y plataforma para el embarque y desembarque de los pasajeros, 2) la terminal en tierra, la cual será un edificio para brindar servicios a los pasajeros, y 3) un puente que interconectará a las dos obras.

En este sentido, se prevén algunas actividades que producirán impactos ambientales, las cuales se dividieron en dos niveles: las etapas en las que se desarrollará el proyecto y las actividades a realizar en cada una de ellas. Es importante mencionar que los residuos derivados de las actividades de los turistas y mantenimientos estarán sujetos a un plan de manejo, por lo que no se incluyen dentro de las actividades.

Tabla V.1 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto que producirán impactos ambientales. Fuente: elaboración propia<sup>2</sup>.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Desmante y despalme en zona terrestre.
Construcción	Perforación y colado <i>in situ</i> de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.
	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.
Operación y mantenimiento	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros y flujo vehicular.
	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.

### V.2.1 Identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto con un enfoque sistémico.

De acuerdo al Capítulo IV, el proyecto se desarrollará en tres subsistemas: marino, terrestre y socio-ambiental, los cuales se conforman de los principales procesos y componentes ambientales que determinan el funcionamiento de los ecosistemas de los SAR, y contempla tanto las interacciones entre componentes bióticos y abióticos, como las actividades humanas.

En la literatura sobre la evaluación de impacto ambiental se plantean diferentes metodologías para la identificación y evaluación de los impactos que puede ocasionar la ejecución de un proyecto de desarrollo o una actividad humana. Todas ellas tienen por objetivo determinar si existen impactos potencialmente significativos que pueden alterar la integridad de los ecosistemas o afectar los bienes y servicios ambientales que ofrecen. La intención es determinar si el proyecto es ambientalmente viable, así como identificar las

<sup>2</sup> Para un mayor detalle acerca de las etapas y sus actividades del proyecto, ver Capítulo II.

medidas o acciones requeridas para evitar, minimizar y/o compensar los efectos adversos que puede ocasionar el proyecto.

En el artículo 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental se establece:

*“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 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,...*”

Así, aunque el análisis de los impactos ambientales comúnmente se basa en la identificación y evaluación los impactos mediante diferentes metodologías propuestas por diversos autores, y que para este proyecto se aplicó la metodología propuesta por Conesa V. 2010 (la cual se describe a detalle en el capítulo VIII), para alcanzar los objetivos que se plantea en el reglamento en materia de impacto ambiental, también se analizaron los cambios que pueden ocurrir en la estructura y dinámica de los ecosistemas (considerando las intervenciones humanas existentes) y determinar si estas afectan la disponibilidad de los recursos naturales y/o beneficios ambientales que ofrecen.

Por lo anterior, una vez identificado como funcionan los subsistemas terrestre y marino del SAR donde se construirá el proyecto, y las obras y actividades del proyecto que generarán impactos ambientales, se evaluó si estas ocasionarán un cambio en el funcionamiento y estructura de los sistemas ambientales regionales (SAR marino y terrestre).

Cuando los proyectos se pretenden desarrollar en un área que contiene o hay en su vecindad ecosistemas sensibles o vulnerables es recomendable utilizar una combinación de técnicas para la identificación y evaluación de impactos, pero sobre todo usar herramientas que permitan entender cómo interactúan los diferentes elementos del entorno en especial con los componentes y procesos determinantes de la dinámica ecosistémica. Con este mismo

nivel de análisis, se debe trabajar cuando hay preocupaciones sociales relevantes por lo que pueda ocurrir en los ecosistemas.

Por estas razones, para evaluar los efectos de las obras marítimas de este proyecto se utilizaron una combinación de técnicas que permitieron tener la certeza de que la biodiversidad, en especial la de las áreas protegidas que se encuentran en la Isla de Cozumel, no será afectada.

En primera instancia, consultando información bibliográfica existente de la Isla de Cozumel se construyó un diagrama de los procesos y componentes determinantes para el desarrollo de los ecosistemas costeros (descrito en el Capítulo IV, en la sección relativa al área de referencia), y por lo tanto los que se deben conservar para mantener la integridad de los ecosistemas y los servicios que ofrecen.

Adicionalmente, y debido a que en el SAR se han desarrollado varios muelles de características similares al que se pretende construir, haciendo del embarque y desembarque de pasajeros la principal actividad que se desarrolla en el SAR, además de que prácticamente no hay otras actividades humanas que estén aprovechando o modificando los ecosistemas, es posible hacer un pronóstico de los cambios que puede ocasionar el nuevo proyecto, si se determinan o conocen los cambios que han ocasionado los muelles que se han construido y operan en el SAR. En este caso, el análisis fue factible debido a que se han desarrollado estudios de los componentes bióticos del SAR en fechas anteriores, información que se pudo comparar con lo que actualmente existe en el SAR, y con ello determinar los cambios que ha podido ocasionar el desarrollo portuario.

Otra técnica que permitió determinar si puede haber cambios relevantes en los procesos ecosistémicos fue la simulación matemática. En este caso, y considerando su relevancia para el mantenimiento de los ecosistemas, se realizó la modelación matemática de los posibles cambios que puede ocasionar la construcción del muelle en los patrones de corrientes, así como en los procesos de erosión y depósito de sedimentos; tanto el comportamiento de las corrientes como el depósito y erosión de sedimentos son determinantes del desarrollo de las comunidades bióticas, en especial de las bentónicas que pueden ser el atractivo de especies neotónicas.

En resumen, los elementos totalmente objetivos de la evaluación de impacto en el medio marino fueron: i) la simulación de los procesos hidrodinámicos determinantes del funcionamiento del SAR y ii) la comparación de las condiciones bióticas actuales del SAR con las condiciones que existían anteriormente. Con estos trabajos y la opinión de expertos se conformó un análisis sistémico del potencial impacto ambiental, con el cual se pudo obtener una comprensión integral de los cambios estructurales y funcionales de los ecosistemas y si han existido pérdida de bienes o servicios ambientales.

En la porción terrestre, debido a que las obras se realizarán en un área que actualmente presenta vegetación secundaria y la cual, de acuerdo con los planes municipales, está destinada al desarrollo turístico-urbano, en un futuro esta zona, con o sin la ejecución del proyecto, se habrá perdido el hábitat. Ya en la actualidad, en la periferia de esta área hay un desarrollo antrópico relevante. Por ello, para el análisis de impacto ambiental en el medio terrestre se identificaron y evaluaron los impactos ambientales siguiendo la metodología propuesta por Conesa V. 2010 (la cual se describe a detalle en el Capítulo VIII).

#### V.2.1.1 Evaluación de impacto con enfoque sistémico

##### ***SUBSISTEMA MARINO***

Considerando los principales procesos que determinan las condiciones de los hábitats costeros al oeste de Cozumel, los cuales se sintetizan en el diagrama del Capítulo IV, el ecosistema que se desarrolla en el SAR marino depende esencialmente de la combinación de la profundidad y tipo de sustrato, en conjunción con la influencia de las corrientes marinas, la marea y los aportes de agua dulce, pues todos ellos establecen las condiciones que determinan el tipo de comunidad biótica que se puede desarrollar en el sitio.

La diversidad encontrada en el SAR marino y en el área destinada al muelle, es resultado de la combinación de un sustrato marino arenoso y una alta velocidad de corriente, que limitan el tipo y cantidad de organismos que se pueden fijar al fondo marino, por lo que el proyecto incidirá en una zona donde predomina el sustrato arenoso, con la presencia de algunos individuos bentónicos aislados y dispersos que no conforman colonias de gran extensión, como ocurren en otras áreas de la isla de Cozumel.

A continuación, se presenta un diagrama que muestra la incidencia de la construcción del muelle en el subsistema marino. Hay que destacar que la construcción del muelle no incidirá en ninguno de los componentes o procesos relevantes que determinan la estructura y dinámica del ecosistema marino.

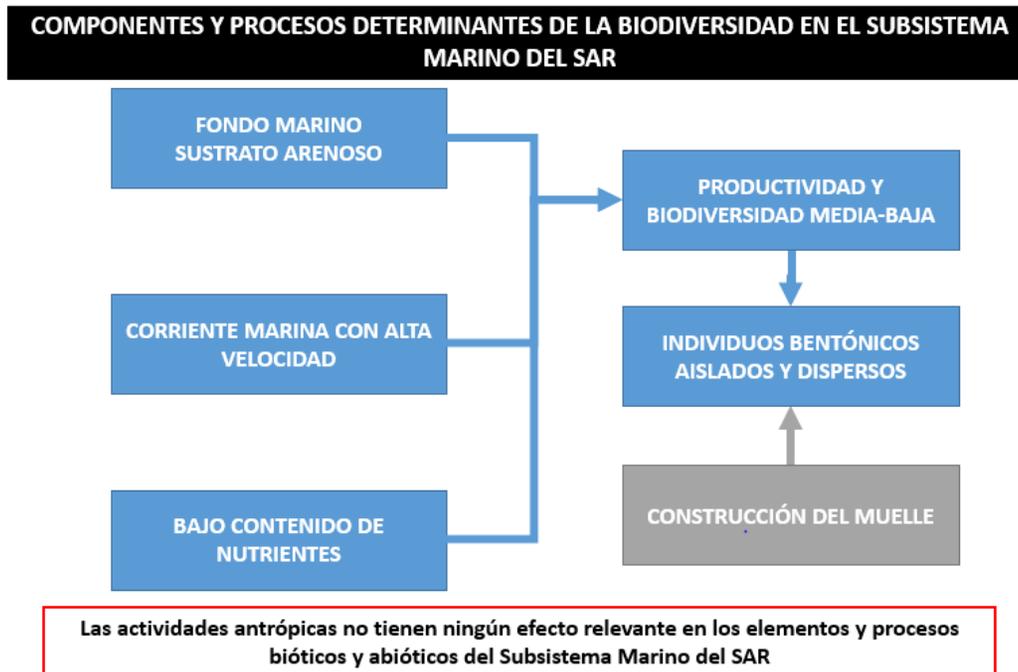


Fig. V.2 Incidencia del proyecto en el subsistema marino del SAR. Fuente: elaboración propia.

Un elemento determinante para considerar que no se afectarán procesos relevantes del funcionamiento del ecosistema marino biótico y abiótico (impacto significativo), se basó en la observación de lo ocurrido en el SAR desde la década de los años setenta del siglo XX, lo que permitió determinar que la estructura del ecosistema marino se ha mantenido a lo largo de estos años. De acuerdo con la información generada en estudios previos por diferentes autores (Muckelbauer, 1990; Geomar, 2016; Loreto-Viruel *et al.*, 2017), y durante los trabajos de campo, se determinó que las condiciones físicas del sustrato y la línea de costa, la calidad de agua, así como la diversidad y abundancia de organismos bentónicos no ha cambiado a pesar de la construcción de varios muelles dentro del SAR.

**Evolución histórica del macrobentos dentro del SAR marino**

Considerando lo reportado por Muckelbauer (1990) para la costa occidental de Cozumel y los resultados de este estudio se puede sugerir que, a pesar de que el desarrollo turístico de Cozumel y en particular la construcción de los muelles de cruceros ha ido creciendo desde los años 70, la distribución de especies del macrobentos en el transecto perpendicular a la costa no se ha modificado significativamente. Muckelbauer (1990) describió en el área del SAR marino un transecto: Sector Naval (adyacente al muelle de cruceros de Punta Langosta) (Fig. V.3).

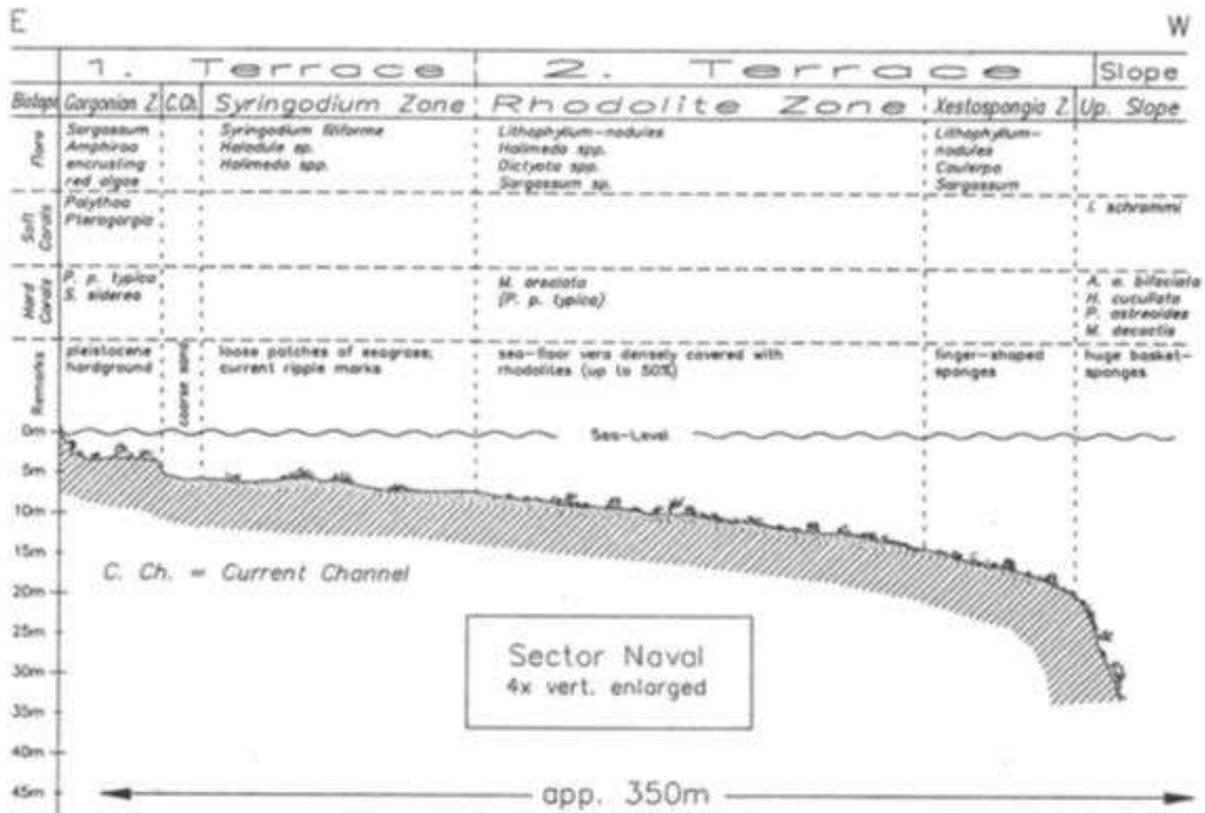


Fig. V.3 Perfil de la plataforma marina y biotopos cerca del Sector Naval de Cozumel, Q.Roo (tomada de Muckelbauer, 1990).

Este transecto coincide aproximadamente con el transecto 5 de nuestro estudio. Muckelbauer (1990) describió que en la primera terraza (hasta los 5 m) el fondo está dominado por *Sargassum* sp. (Fig. V.4a) y algas rojas incuistrantes, así como individuos de corales como *Porites porites* y *Siderastrea siderea* (Fig. V.4b), además de octocorales de los géneros *Palythoa* y *Pterogorgia*. Entre los 5 – 7 m describió fondos arenosos cubierto de parches de dos especies de pastos *Syringodium filiforme* (Fig. V.4c) y *Halodule* sp., así como de la macroalga *Halimeda* spp (Fig. V.4d). Entre los 7 y 10 m, describió el fondo marino

cubierto hasta en un 50 % por rodolitos (algas rojas que sintetizan esqueletos de carbono) además de otras macroalgas como *Halimeda* sp., *Dyctiota* sp. y *Sargassum* sp., además de individuos de corales como *Manicina areolata* (Fig. V.4e). Después de los 10 m y hasta el borde del talud (20 m) reportó macroalgas de los géneros *Caulerpa* y *Sargassum*. Ya después de los 20 m y hasta los 35 m determinó otras especies de corales y octocorales.

En el estudio *Caracterización Abiótica y Biótica del Sistema Ambiental Regional Marino para la Construcción de un Muelle de Cruceros en Cozumel, Q. Roo, México* que se incluye en los anexos de esta manifestación, se pueden ver los detalles de la composición específica del macrobentos en el SAR Marino.

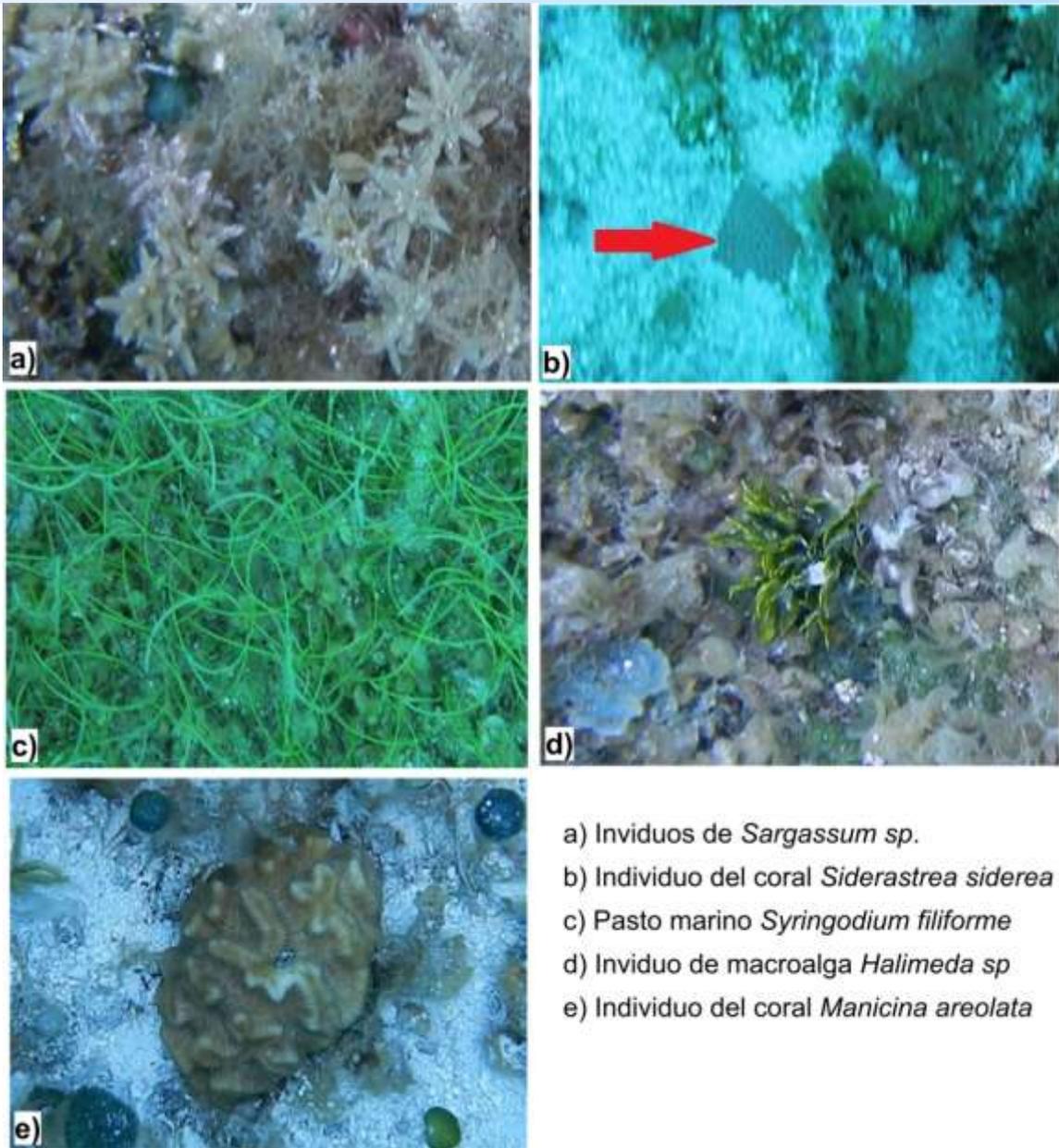


Fig. V.4 Individuos de diversos grupos bentónicos presentes en el transecto 5 dentro del SAR marino de Cozumel, Q. Roo.

### ***Colonización de estructuras artificiales***

Una estructura o sustrato artificial está definido como aquella hecha por el hombre que es sumergida y es susceptible a la colonización (Svane & Petersen, 2001). La presencia de este tipo de estructuras permite el reclutamiento de larvas y especies pioneras o “estrategas r” (Rosenberg, 2001; Harkantra & Rodrigues, 2003; Walker et al., 2007); es decir, organismos que se caracterizan por ciclos de vida cortos, alta fecundidad, alta dispersión y alta tolerancia a la perturbación. Posteriormente, coexistirán especies pioneras y especies tardías y

finalmente, la comunidad estará dominada por especies tardías o “estrategas  $k$ ” que se caracterizan por organismos de ciclos de vida largos y por ser buenos competidores (Connell & Slatyer, 1977).

Las especies pertenecientes a la selección  $r$  pocas veces sufren presión intensa a raíz de la competencia, por lo que no presentan mecanismos para una capacidad competitiva de gran fuerza. Por otra parte, las especies correspondientes a la selección  $K$  viven bajo presiones de competencia que operan entre las especies y en cada una de ellas. De esta manera, las presiones de la selección  $K$  alientan el uso más eficiente de los recursos por parte de los organismos y será el competidor superior, por lo general, el que transforme los recursos limitantes en adultos susceptibles de reproducción con mayor rapidez (Krebs, 2008).

Es por esto que al colocar la estructura del muelle, podrá ser colonizada principalmente por organismos pioneros como los balanos, bivalvos, briozoos, esponjas, hidroides y el tapete algal (Walker et al., 2007). Estos organismos modificarán las condiciones para el establecimiento de nuevas especies y así sucesivamente (Connell & Slatyer, 1977). Organismos como los balanos, bivalvos y briozoos no se registraron en los transectos analizados debido a que son organismos que requieren de sustratos duros para su fijación y crecimiento.

Por otra parte, los datos obtenidos de coberturas macrobentónicas, el grupo biótico mejor representado es el de las macroalgas (43.98%), organismos que corresponden a las estrategias  $r$  ya que presentan un desarrollo rápido, el tamaño corporal es menor, presentan ciclos de vida cortos y dejan un gran número de descendientes por generación. Son organismos generalistas y pueden vivir en diferentes condiciones. Por el contrario, los corales son organismos considerados como estrategias  $K$  debido a que son grandes competidores, son organismos de gran tamaño, sus ciclos de vida son largos y se les considera especialistas por lo que un cambio en las variables ambientales puede dañar a la comunidad.

Considerando lo anterior, los pilotes del muelle propuesto constituirán un sustrato importante para parte de los grupos bentónicos descritos en el lugar, como por ejemplo, es posible apreciar en uno de los pilotes del muelle Cozumel Cruise Excursions, situada al sur del proyecto (Fig. V.5).



Fig. V.5 Cubrimiento por macroalgas y otros organismos bentónicos de un pilote del muelle Cozumel Cruise Excursions.

Otro elemento fundamental para aseverar que no habrá cambios importantes, fue a través de simulaciones del funcionamiento hidrodinámico del SAR marino con la incorporación del nuevo muelle. Las simulaciones realizadas indican que la nueva estructura portuaria que se instalará no modificará la hidrodinámica del SAR, por lo que tampoco se tendrá repercusión alguna sobre las características del sustrato o la línea de costa. Por lo tanto, tampoco se prevén afectaciones sobre la diversidad o abundancia de los organismos acuáticos. La afectación del área ocupada por organismos acuáticos se limitará a las superficies puntuales del fondo que se utilizarán para el hincado de los pilotes.

Los resultados de la modelación del transporte de sedimentos que se encuentra en anexos (*Caracterización Abiótica y Biótica del Sistema Ambiental Regional Marino para la Construcción de un Muelle de Cruceros en Cozumel, Q. Roo, México*) demostraron que no se presentarán diferencias perceptibles en la distribución espacial del transporte potencial de sedimentos, con y sin la implementación del proyecto, en particular por los pilares que lo soportarán. Ambos escenarios fueron simulados en las mismas fechas en temporada de nortes y de lluvias que es cuando existe una mayor hidrodinámica dentro del SAR, y bajo las mismas condiciones atmosféricas, de marea y oleaje.

Para los periodos simulados, la capacidad de transporte presentó magnitudes máximas de  $3.0 \times 10^{-05} \text{ m}^2/\text{s}$  para los escenarios (con y sin proyecto) correspondientes a la temporada de

lluvias, y en temporada de nortes,  $3.0 \times 10^{-04} \text{ m}^2/\text{s}$ . En este contexto, el proyecto no va a influir significativamente en los procesos de erosión y depósito en la zona; en ambas temporadas, el mayor transporte se presentará en las zonas cercanas a la costa, donde el oleaje influye más sobre el fondo.

Por otro lado, las simulaciones de dispersión de sedimentos que se realizaron en ambas temporadas, para evaluar la posible trayectoria y zonas de depósito de los sedimentos que pudieran ser resuspendidos durante la construcción del muelle (hincado de pilotes), en relación al tamaño de la partícula (arena gruesa y media), demuestran que las características hidrodinámicas de la región, donde la intensidad y dirección de las corrientes que pasan a través del canal de Cozumel, dificultan la precipitación de partículas, y hacen que en un lapso de tiempo de algunas horas los sedimentos salgan completamente del SAR marino. En otras palabras, lo anterior demuestra que el flujo de las corrientes seguirá siendo el mismo aun con la implementación del proyecto.

En refuerzo de lo anterior, la comparación entre los escenarios actual (sin proyecto) y con proyecto de la variación residual de la profundidad (DZ residual) por temporada, demostró que la tendencia en el aumento o disminución de la profundidad en espacio y tiempo no presentará cambios perceptibles. La DZ residual para ambos escenarios fue de  $1.5 \times 10^{-1} \text{ m}$  (15 cm) en temporada de lluvias, y de  $4.0 \times 10^{-1} \text{ m}$  (40 cm) en temporada de nortes. Lo que indica que el proyecto tampoco generará cambios en los procesos (erosión-depósito) que modelan la batimetría del sitio.

Los resultados muestran que para ambas temporadas en el sitio del proyecto y zonas aledañas hay una tendencia a la depositación en la costa, seguida de una zona de erosión más amplia, a diferencia de la zona noreste del área de estudio (SAR Marino) donde la tendencia de los procesos de erosión-depósito cambia, presentando sitios aislados de erosión y áreas más amplias de deposición (Fig. V.6 y V.7). Los procesos de erosión-depósito no presentaron cambios perceptibles entre el escenario actual (sin obra) y con obra (Fig. V.6 y V.7).

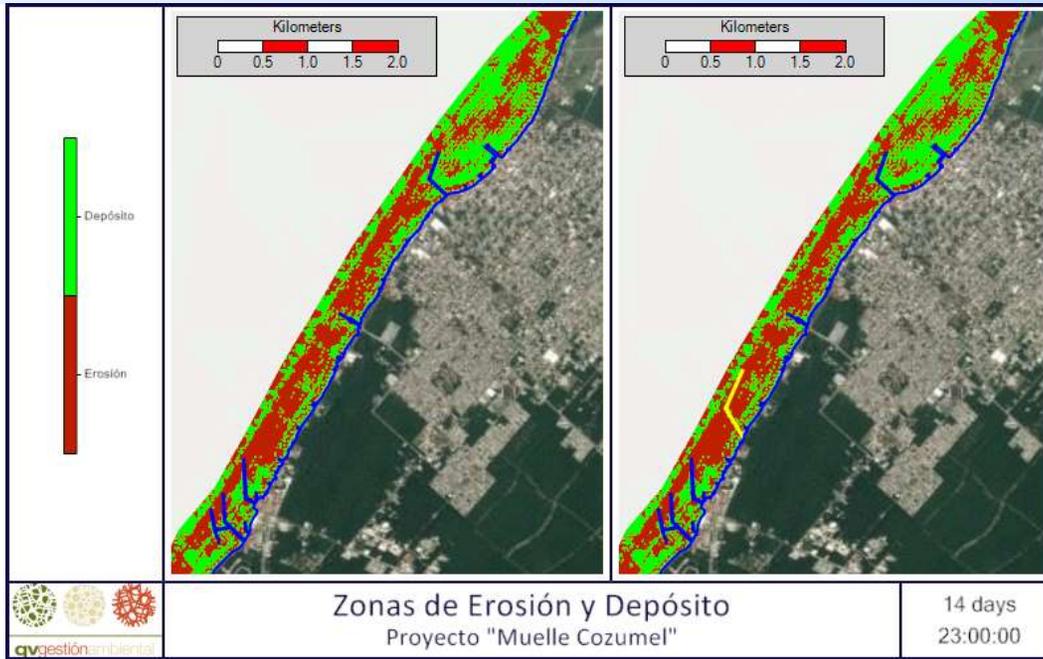


Fig. V.6 Simulación de Erosión- Depósito dentro de la zona del proyecto “Muelle Cozumel” y en las zonas aledañas en la temporada de lluvias para un periodo de simulación de 14 días con 23 horas. Sin obra (Izquierda), con obra (derecha).

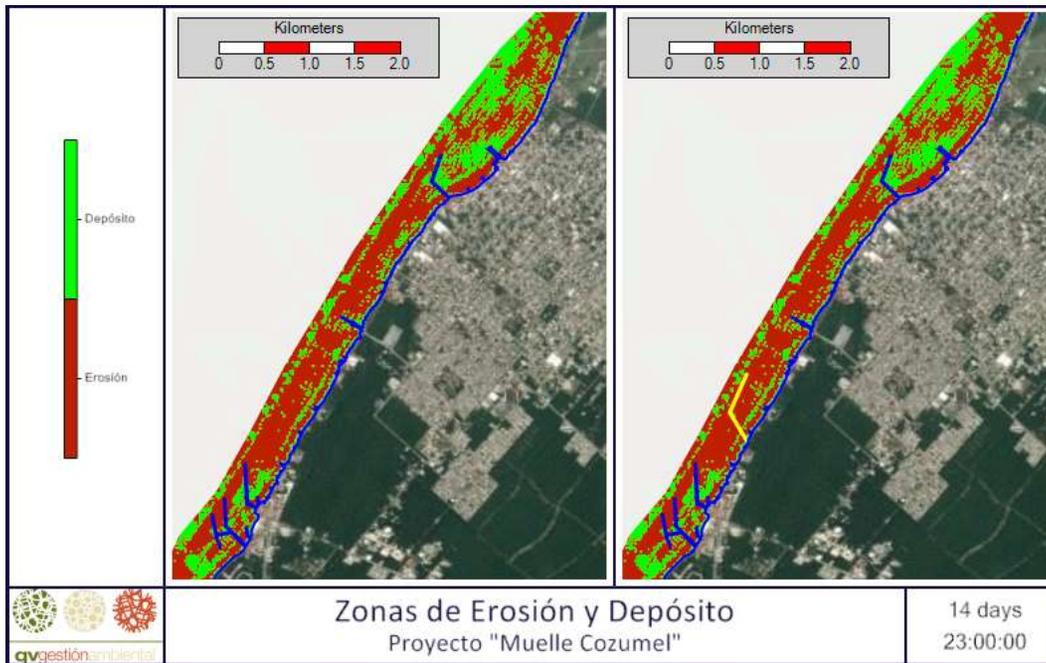


Fig. V.7 Simulación de Erosión-Depósito dentro de la zona del proyecto “Muelle Cozumel” y en las zonas aledañas en la temporada de nortes para un periodo de simulación de 14 días con 23 horas. Sin obra (Izquierda), con obra (derecha).

Así, en resumen, se puede decir que la integridad ecológica del Subsistema Marino no será afectada por la construcción del proyecto, ya que los procesos y componentes físicos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema se mantendrán esencialmente inalterados. La velocidad de la corriente, intercambio de nutrientes, el transporte y depósito de sedimentos y la línea de costa no tendrán modificaciones apreciables.

Los pronósticos realizados con la simulación, concuerdan con las observaciones de lo que ha sucedido en el SAR desde que se inició la construcción de muelles en el SAR, las cuales han evidenciado que estas obras no han afectado la abundancia y diversidad de la biota marina.

La inexistencia de cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema del SAR Marino, permite aseverar que la actividad pesquera que se desarrolla en el SAR o en áreas aledañas, no será afectada por la construcción del muelle. De igual forma se puede afirmar que la construcción del muelle no tendrá ninguna repercusión sobre las condiciones físicas y bióticas de las áreas naturales protegidas que están en el sur y el norte de la Isla.

### ***SUBSISTEMA TERRESTRE***

En el SAR terrestre aún se presentan áreas con vegetación de selva secundaria y suelos conservados. Aunque estas áreas de selva tienen poca perturbación directa, están rodeadas por desarrollos urbanos y turísticos que afectan la abundancia y diversidad de la fauna silvestre, sobre todo en las áreas cercanas a la costa. Es de destacar que el SAR terrestre se encuentra en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) con una política de Aprovechamiento (CP1), de acuerdo con lo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico (POEL) del Municipio de Cozumel, además la vegetación existente en el área destinada a la terminal de cruceros, se ubica en los límites del centro de población del Plan Director de Desarrollo Urbano (PDDU) del Centro de Población Akumal 2007-2032.

Debido a lo anterior, se puede confirmar que el proyecto incidirá en un área destinada a desarrollo turístico, por lo cual, con o sin la ejecución del proyecto, a futuro se prevé que no tenga las condiciones necesarias para la permanencia de la biodiversidad, la cual ya en la actualidad se encuentra disminuida.

A continuación, se presenta un diagrama en el cual se muestra la incidencia de la construcción de la terminal de cruceros en el subsistema terrestre.

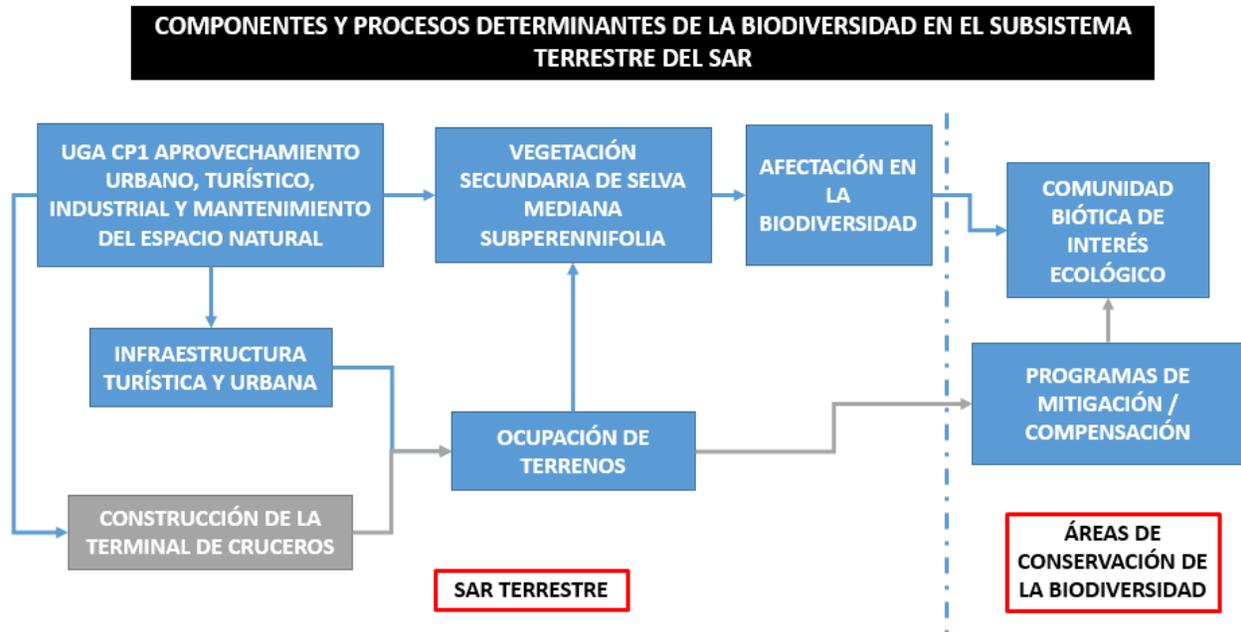


Fig. V.8 Incidencia del proyecto en el subsistema terrestre del SAR. Fuente: elaboración propia.

Lo que destaca de la revisión del diagrama es que el proyecto solamente incidirá sobre un uso de suelo y vegetación que de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Cozumel están consideradas para ser eliminadas, ya que se contempla que en el área que ocupa el SAR Terrestre se lleve a cabo el futuro desarrollo urbano y turístico de la Isla, lo cual implica que los cambios se mantengan dentro de los ejes de la planeación municipal.

Adicionalmente, como se ha descrito en el Capítulo IV, el área que se ocupará es una zona en la que la vegetación debió ser eliminada ya que se trata de una comunidad secundaria, la cual además presenta una gran presión por las actividades humanas que se desarrollan en sus inmediaciones, lo cual dificulta que se pueda recuperar una comunidad biótica que ofrezca los beneficios ambientales que se obtiene de las áreas mejor conservadas que se encuentran en el sur y norte de la isla. Así, se puede aseverar que con el creciente desarrollo de las actividades antrópicas, las condiciones del SAR terrestre serán cada vez menos favorables para ser ocupados por especies relevantes, como es el caso de las protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por todo lo anterior, se considera que la aplicación de programas para la recuperación o conservación de los ecosistemas en las áreas de la isla consideradas como relevantes para la biodiversidad, en especial las áreas naturales protegidas, pueden ofrecer mayores beneficios para la conservación de la biodiversidad, que el mantenimiento de un área que ha sufrido fuertes modificaciones y que se encuentra sometida a una fuerte presión por el desarrollo de actividades humanas en su periferia.

### ***SUBSISTEMA SOCIO-AMBIENTAL***

En el SAR se encuentran muelles, asentamientos humanos e infraestructura del sector turístico que conforman una calidad escénica congruente con la UGA de Aprovechamiento (CP1) destinada a un uso principalmente de tipo urbano, turístico e industrial. Este proyecto que pretende ubicarse en la zona donde se están desarrollando actividades turísticas, se integrará a este paisaje conformado por elementos tanto naturales, como antrópicos.

#### **V.2.2 Impactos puntuales**

A pesar de que el análisis realizado indica que no habrá impactos que modifiquen de manera significativa el entorno, es decir que modifiquen la funcionalidad del ecosistema, también se ha realizado un análisis para identificar y evaluar todos los impactos que pudiera ocasionar el proyecto, por lo que a continuación, se muestra una tabla de los componentes que conforman a los subsistemas y las interacciones negativas, representadas como impactos ambientales, que generará el desarrollo del proyecto.

Tabla V.2. Impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Subsistema	Componente	Factor	Impacto	Causa
Subsistema marino	Comunidad bentónica	Cantidad	Pérdida de individuos bentónicos	El impacto se dará por el hincado de pilotes a aquellos individuos que se pudieran encontrar en ese sitio.
	Agua marina	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua marina	Por la perforación del fondo marino compuesto principalmente por arenas y rocas, ya que el proceso de construcción de los pilotes generará la suspensión de partículas en el agua que alterarán su calidad.
Subsistema terrestre	Suelo	Estructura del suelo	Modificación de la estructura del suelo	Por un lado, con la remoción de la cobertura vegetal, se perderá la capa orgánica de suelo y, por el otro, con las excavaciones y compactaciones necesarias para la cimentación de la terminal de cruceros, se modificará la estructura del suelo.
	Comunidad biótica	Hábitat	Pérdida de hábitat	El impacto se dará por la remoción de cobertura vegetal donde se perderá el hábitat de las especies que se refugian en ella y desplazamiento a otras áreas.
	Atmósfera	Calidad del aire	Contaminación atmosférica	El impacto se dará por la emisión de gases y polvos producto del uso de maquinaria pesada, equipo y flujo vehicular que alterarán la calidad del aire.
Modificación del confort sonoro			El impacto se dará por la generación de ruido derivado del uso de maquinaria pesada, equipo y flujo vehicular que alterarán el confort sonoro.	
Subsistema socio-ambiental	Paisaje	Calidad escénica	Modificación de la calidad escénica	La calidad escénica se verá modificada por la remoción de la vegetación en zona terrestre y por la inserción de las obras del proyecto (muelle, puente y terminal de pasajeros).

Es importante recalcar que el proyecto no afectará las rutas migratorias, de anidación y alimentación de las tortugas marinas ya que, por un lado, el área del proyecto no cuenta con las condiciones necesarias para la alimentación o reproducción de estos individuos, tales como: arrecifes de coral, sistemas de pastos marinos y una costa de sustrato arenoso donde puedan anidar. Por otro lado, el diseño del muelle permitirá el paso de organismos acuáticos, mantendrá los patrones de corrientes y durante los trabajos de campo no se avistaron tortugas.

Asimismo, el proyecto sólo removerá la vegetación en la zona destinada a la terminal de cruceros, y no incidirá en la vegetación secundaria ubicada entre el malecón y el mar (área destinada para la construcción del puente), en donde se encuentran individuos de selva secundaria y maleza, y algunos individuos de mangle. Para no afectar esta vegetación

secundaria, el puente contará con la altura y se ubicará de tal manera que evitará la remoción de las plantas, además de que se emplearán materiales los cuales permitirán el paso de la luz y el paso del agua de lluvia hacia esta área (ver Capítulo II).

Por otro lado, el suelo de Cozumel facilita la rápida absorción del agua, principalmente en el centro de la isla lo cual impide la formación de cauces superficiales, por lo que el proyecto no afectará ningún flujo hidrológico superficial, ni subterráneo al estar ubicado cercano a la costa.

Dicho lo anterior, los impactos se evaluaron conforme a la metodología que se encuentra en los anexos.

### V.2.2.1 Evaluación de los impactos puntuales

Como resultado de la aplicación de la metodología que se encuentra en los anexos, se obtuvo la *Matriz de los impactos ambientales del proyecto*, misma que permite:

- Conocer la significancia de los impactos de acuerdo a los siguientes rangos de valoración:

Tabla V.3 Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010).

Significancia	Rango	Definición
<b>Irrelevante</b>	Entre -13 y -30	Impacto que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes que no comprometen la integridad de los mismos.
<b>No significativo</b>	Entre -31 y -45	Impacto que afectan a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
<b>Moderado</b>	Entre -46 y -80	Impacto que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación y/o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.
<b>Significativo</b>	Entre -81 y -108	Impacto significativo 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.

- Conocer los componentes ambientales con mayor importancia y susceptibilidad de ser afectados (valores más altos de importancia relativa), debido a su contribución y función en el ecosistema.
- Conocer las actividades del proyecto y etapa que tendrán una mayor incidencia en los componentes del sitio donde se desarrollará el proyecto.
- Determinar si las casillas de cruce (acción – componente) corresponden a impactos significativos (mayores puntuaciones).
- Comparar entre las acciones con impactos ambientales no significativos o significativos y la importancia de los componentes del medio; es decir, aun y cuando un impacto sea no significativo, la importancia relativa establece si se deberán tomar medidas para mitigar o compensar el impacto.

Para la interpretación de esta matriz, se resaltaron los colores con los resultados de mayor valor y el color correspondiente de la significancia de los impactos.

Tabla V.4 Matriz de los impactos ambientales del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Subsistema	Componente	Factor	Impacto	Importancia relativa del factor	Preparación del sitio	Construcción		Operación y Mantenimiento		Suma de importancia acumulada	Suma de importancia total relativa	Valor promedio de importancia del impacto absoluto	Significancia del impacto
					Desmante y despalme en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros y flujo vehicular.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.				
Subsistema marino	Comunidad bentónica	Cantidad	Pérdida de individuos bentónicos	0.20	0	-47	0	0	0	-47	-9.6	-47	Moderado
	Agua marina	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua marina	0.16	0	-19	0	0	0	-19	-3.1	-19	Irrelevante
Subsistema terrestre	Suelo	Estructura del suelo	Modificación de la estructura del suelo	0.19	-32	0	-36	0	0	-68	-6.6	-34	No significativo
	Comunidad biótica	Hábitat	Pérdida de hábitat	0.22	-56	0	0	0	0	-56	-12.6	-56	Moderado
	Atmósfera	Calidad del aire	Contaminación atmosférica	0.08	-22	-23	-23	-29	-27	-124	-2.0	-25	Irrelevante
			Modificación del confort sonoro	0.04	-24	-25	-23	-26	-24	-122	-1.0	-24	Irrelevante
Subsistema socio-ambiental	Paisaje	Calidad escénica	Modificación de la calidad escénica	0.09	-42	-43	-43	0	0	-128	-3.9	-43	No significativo
Suma de interacciones por actividad					-176	-157	-125	-55	-51	-564	-38.8		
Suma de interacciones por etapa					-176	-282		-106		-564	-38.8		



### V.3 Impactos acumulativos y residuales

Conforme al REIA en su fracción V del Artículo 13, se identificaron los impactos ambientales acumulativos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto descritos a continuación.

#### V.3.1 Impactos acumulativos

El REIA en su fracción VI del Artículo 3º, describe a un impacto acumulativo como el impacto donde su efecto en el ambiente resulte 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.

Por ello el análisis de los impactos ambientales acumulativos se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas o naturales en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

Dicho lo anterior, los impactos ambientales acumulativos previstos para el proyecto son: la **modificación de la estructura del suelo, modificación de la calidad escénica** y la **pérdida de hábitat terrestre**, debido a la presión que existe actualmente en la zona por las actividades turísticas. El SAR terrestre al situarse en una UGA de aprovechamiento turístico y urbano, con el tiempo, la cobertura vegetal y suelo sufrirán cambios conforme se vayan ocupando los terrenos, por lo cual, se ejecute o no el proyecto, la vegetación ya no existirá.

En cuanto al subsistema marino, no se identificaron impactos acumulativos ya que, de acuerdo con lo determinado durante los muestreos de campo, y comparándolo con los muestreos realizados en el Capítulo IV, las actividades antrópicas que se han desarrollado no han generado efectos apreciables en los elementos y procesos bióticos y abióticos del SAR marino. Como se ha mencionado, el muelle no interferirá con las corrientes marinas, ni tampoco provocará un cambio en el sustrato, por lo que se seguirán manteniendo las mismas condiciones hidrodinámicas, lo cual concuerda con el hecho de que actualmente los muelles

existentes no han causado una modificación importante de la línea de costa, salvo las que se han realizado de manera artificial.

Lo anterior se puede confirmar con el modelo de dispersión de partículas del estudio marino encontrado en anexos, en donde se demuestra que las características hidrodinámicas de la región, donde la intensidad y dirección de las corrientes que pasan a través del canal de Cozumel, dificultan la precipitación de partículas y hacen que en un lapso de tiempo de algunas horas los sedimentos salgan completamente del SAR marino; en otras palabras, el flujo de las corrientes seguirá siendo el mismo.

### V.3.2 Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental, que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente habrá impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas y que son denominados como residuales.

El REIA en su fracción X del Artículo 3º, describe a un **impacto residual** como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Es por ello que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente.

Bajo el contexto anterior, los impactos ambientales residuales son: la **pérdida de individuos bentónicos, modificación de la calidad escénica y la pérdida de hábitat terrestre** ya que su efecto será permanente en el sitio puntual donde se suscitarán. Estos impactos serán compensados (ver Capítulo VI) fuera del área contemplada para el aprovechamiento urbano y turístico, en donde las actividades antrópicas no interfieran con el desarrollo de los organismos.

Cabe indicar, que en el caso del bentos, si bien se perderá sustrato por el hincado de los pilotes, los pilotes se convertirán en un sustrato para otro tipo de organismos bentónicos.

#### V.4 Análisis y descripción de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales y su valoración a través de la técnica propuesta por Conesa V. (2010), se tiene que los impactos **irrelevantes** son: la **alteración de la calidad del agua marina**, la cual se generará durante la perforación del fondo marino en la etapa de construcción para el hincado de los pilotes; la **contaminación atmosférica** y la **modificación del confort sonoro**, los cuales se generarán por el uso de maquinaria pesada, equipo y vehículos durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

Estos impactos resultan irrelevantes ya que serán temporales y puntuales debido a que, por un lado, la perforación de los pilotes se realizará conforme avance el hincado y la colocación de la plataforma, por lo que a pesar de que se suspendan las partículas de las arenas y roca, estas podrán volver a precipitar, junto con la ayuda de una malla que evitará la dispersión de finos fuera del área de trabajo; por otro lado, la afectación a la calidad del aire por los gases, polvo y ruido derivados de la maquinaria, equipos y vehículos, se generarán únicamente en las superficies destinadas a las obras y sitios de mantenimiento, y además, existe un proceso de dilución de las emisiones en el ambiente favorecido por los vientos y estar en área abierta.

Dicho lo anterior, para estos impactos sólo serán necesarias medidas preventivas correspondientes con las buenas prácticas ambientales durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto, que se detallan en el Capítulo VI.

Con respecto al impacto **modificación de la estructura del suelo** el cual se generará por la remoción de cobertura vegetal donde se perderá la capa orgánica de suelo durante la preparación del sitio, así como por las excavaciones y compactaciones necesarias para las obras del proyecto durante la etapa de construcción, resultó **no significativo**, ya que se provocará un cambio puntual (menos del 1% con respecto al SAR) que no afectará los flujos hidrológicos (superficiales y subterráneos).

Por otro lado, la **modificación a la calidad escénica** es un impacto que deriva de la remoción de cobertura vegetal y la inserción de la infraestructura del proyecto (muelle, puente y terminal), resultando en un impacto **no significativo**, debido a que el proyecto se ubicará en una UGA de aprovechamiento destinada a uso principalmente urbano turístico, y se integrará

a la calidad escénica que se encuentra actualmente definida por elementos tanto antrópicos (infraestructura turística compuesta por muelles, hoteles, restaurantes y vialidades), como naturales (vegetación secundaria y costa).

Siguiendo con el análisis y descripción de los impactos, a continuación, se muestra el análisis de los impactos que obtuvieron los valores más altos debido a que se asocian a componentes de interés para la sociedad y ambiental (especies en estatus de riesgo); sin embargo, es conveniente remarcar que no se afectará el funcionamiento o estructura de los SAR.

#### V.4.1 Impactos en el medio marino

De acuerdo al apartado anterior, mediante el estudio de campo, en el SAR se registraron diferentes componentes macrobentónicos, tales como: algas, pastos marinos, esponjas, corales, octocorales, equinodermos (de forma aislada y dispersa) y otros grupos, así como ictiofauna, de los cuales, el grupo biótico mejor representado es el de las algas y la ictiofauna.

No obstante, el muelle se construirá a base de pilotes (de aproximadamente 40" de diámetro) que incidirán puntualmente en el fondo marino, representando un 0.02% del SAR, y como ya se mencionó en el Capítulo IV, estos se situarán en un área libre de comunidades bióticas de alta diversidad y abundancia como arrecifes o pastizales marinos; donde predominan las algas, rocas y sustrato arenoso desnudo, por lo que la probabilidad de que se afecten a los individuos de coral, esponjas y pastos marinos es reducida.

Lo anterior debido a que la comunidad bentónica del SAR marino está definida por las condiciones hidrodinámicas (corrientes y mareas) y por las características físicas del sustrato (arenas). La combinación de un sustrato marino arenoso y una alta velocidad de corriente marina, limita el tipo y cantidad de organismos que se puedan fijar al fondo marino, por lo que es importante reiterar que en el área del proyecto sólo se encuentran organismos aislados y dispersos que no llegan a formar colonias de corales o extensas comunidades de pastos marinos.

El escenario ideal en el cual se puede encontrar un ecosistema arrecifal es en la ANP de la costa oeste de la isla, la cual se constituye de un fondo marino rocoso que permite la fijación de organismos y recibe aporte de agua dulce rico en nutrientes. Los ecosistemas como

arrecifes, praderas de pastos marinos, humedales y manglares, ofrecen una serie de servicios ambientales que ya fueron expuestos en el Capítulo IV, por lo que la ausencia de estas estructuras en el SAR, los beneficios ambientales que ofrecen los individuos aislados son reducidos, tanto de conservación como de aprovechamiento social, en comparación con los servicios ambientales que ofrecen este tipo de ecosistemas.

Bajo el contexto anterior, aunque el impacto **pérdida de individuos bentónicos** que deriva de las perforaciones necesarias para el hincado de pilotes, haya resultado como impacto **moderado** por haber adquirido valores altos en la evaluación de impactos de acuerdo a la metodología seguida, no afectarán los procesos del subsistema marino, pues se afectarán principalmente organismos que cuentan con las características para desarrollarse con mayor rapidez como lo son las algas.

Por otro lado, aunque el área del proyecto no tenga condiciones favorables para el desarrollo de arrecifes, los pilotes del muelle que se colocarán aproximadamente a 3 metros de distancia entre ellos permitirán el flujo de las corrientes marinas y de nutrientes, en consecuencia, los organismos de lento crecimiento como los individuos de corales y esponjas, que hoy crecen de manera aislada, se podrán seguir desarrollando.

Lo anterior se puede confirmar con la evidencia de los otros muelles que no han interferido con el desarrollo de los organismos desde su construcción en los años setenta, siendo así que se tiene una distribución de individuos homogénea, aunque de manera dispersa, en el SAR marino.

#### V.4.2 Impactos en el medio terrestre

La presión que actualmente existe en el SAR consecuencia de las actividades turísticas de la zona, sujetas al POEL del Municipio de Cozumel, se traduce en una baja diversidad de especies en el área de la terminal de cruceros; sin embargo, es importante mencionar que, aunque las actividades antrópicas han ejercido una presión sobre la comunidad biótica, aún se tiene presencia de flora y fauna en algún estatus de riesgo ecológico, tanto en el SAR como en el área del proyecto, por lo que la **pérdida de hábitat** de acuerdo a la evaluación mediante la metodología seguida resulta **moderada**.

No obstante, este impacto no pondrá en riesgo la continuidad de los procesos naturales de la comunidad biótica terrestre ya que será puntual, y su extensión será menos del 1% de la superficie de vegetación que actualmente existe en el SAR, la cual seguirá manteniendo los beneficios ambientales, tales como: infiltración del agua, captura de contaminantes, generación de oxígeno, regulación del clima, hábitat de fauna (entre otros).

Bajo el contexto anterior, con o sin la ejecución del proyecto, a futuro se prevé que el área destinada a desarrollo turístico no tenga las condiciones necesarias para la permanencia de la biodiversidad, aunado a que en la zona hay escasa presencia de fauna terrestre. Por lo que se compensará este impacto en áreas que no estén contempladas para el aprovechamiento urbano y turístico, para que las actividades antrópicas no interfieran con el desarrollo de los organismos, y con ello se aseguren los beneficios ambientales que una cobertura vegetal proporciona.

Asimismo, el proyecto se apegará a los lineamientos de la UGA de aprovechamiento, la cual establece que todo desarrollo urbano debe implementar medidas que mitiguen o compensen los cambios por la ocupación del terreno, para que la comunidad biótica, sobre todo la de interés ecológico, se pueda seguir conservando.

## V.5 Conclusión

De acuerdo con el análisis del funcionamiento de los ecosistemas con la implementación del proyecto se puede aseverar que la integridad de SAR no será modificada y se conservarán los beneficios ambientales del sistema marino. En el medio terrestre, la pérdida de un área pequeña (menos del 1% con respecto al SAR) de una comunidad biótica que ofrece beneficios ambientales limitados no representa ninguna amenaza para la sobrevivencia de las especies vegetales y animales que habitan la isla de Cozumel, además de prever que la aplicación de los programas de protección que se proponen, ofrecerá mayores beneficios para la biodiversidad y actividad turística en la Isla.

Si bien la evaluación de los impactos siguiendo la metodología propuesta por Conesa V. (2010) nos indica que hay afectaciones que se pueden presentar sobre el entorno, los impactos del proyecto no alterarán la continuidad de los procesos naturales ni la estructura general de los ecosistemas de los SAR (marino y terrestre). Independientemente de la

significancia de los impactos evaluados, para todos se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación, que se detallan en el siguiente Capítulo VI, y se les dará seguimiento con la finalidad de asegurar su efectividad.

Se podría pensar que la instalación de estructuras en el medio marino modificaría el patrón hidrodinámico del SAR y, consecuentemente, afectaría a la biodiversidad. Sin embargo, las mediciones realizadas y las simulaciones ejecutadas indican que las construcciones similares que ya existen en el SAR, no han cambiado el patrón general de corrientes ni de mareas, ni tampoco lo harán las que se adicionaran, lo cual se debe a que por las dimensiones de los pilotes no se constituyen como una barrera para el flujo de agua.

Durante el hincado de los pilotes puede haber resuspensión de sedimentos, sin embargo, se prevé que sólo tendrá efectos puntuales alrededor del pilote, porque debido a la velocidad de las corrientes en el SAR, el sedimento que se levante se dispersaría rápidamente, por lo que el aumento en la turbidez del agua sólo será apreciable en las inmediaciones de los pilotes. Este efecto será temporal y desaparecerá al terminar la obra.

Para la construcción de la terminal de cruceros será necesaria la remoción de cobertura vegetal, lo que se traduce en la pérdida de hábitat de las especies de fauna que se refugian en ella; sin embargo, esta área se encuentra actualmente bajo la presión de las actividades turísticas y urbanas que se desarrollan alrededor de esta zona, además de que se prevé, por el destino que se le ha asignado en el Programa de Ordenamiento Ecológico, en el futuro el cambio en el uso de suelo ocurrirá, se ejecute o no el proyecto. No obstante, se implementará un programa para la recuperación y/o conservación de ecosistemas, con el cual se compensará el impacto.

# CAPÍTULO VI

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

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



## VI. Tabla de contenido

<b>VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....</b>	<b>3</b>
<b>VI.1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>VI.2. Plan de Manejo Ambiental.....</b>	<b>3</b>
VI.2.1. Buenas prácticas ambientales .....	4
VI.2.1.1 Manejo de Residuos .....	5
VI.2.1.2 Manejo de Aguas Residuales .....	7
VI.2.1.3 Prevención y manejo de derrames de hidrocarburos .....	7
VI.2.1.4 Mantenimiento preventivo .....	8
VI.2.2. Programas Ambientales .....	8
VI.2.2.1 Programa de Manejo de Fauna .....	11
VI.2.2.2 Programa de Manejo de Flora .....	17
VI.2.2.3 Programa de Protección del Suelo .....	24
VI.2.3. Medidas específicas .....	27
VI.2.3.1 Riego de caminos y frentes de trabajo .....	28
VI.2.3.2 Transporte de materiales en camiones cubiertos .....	29
VI.2.3.3 Establecimiento de horarios diurnos de operación.....	30
VI.2.3.4 Control de sedimentos marino suspendidos.....	31
VI.2.3.5 Construcción de infraestructura para mantener la vegetación secundaria entre el malecón y el mar.....	31
VI.2.3.6 Rescate de pastos marinos .....	32
VI.2.4. Programas Voluntarios .....	34
VI.2.4.1 Conservación de Manglar y Arrecife Coralino .....	34

## Contenido figuras y tablas

Tabla VI-1. Ejes de acción del Plan de Manejo Ambiental del proyecto. ....	4
Tabla VI-2. Residuos que se prevén sean generados por el desarrollo del proyecto. ....	5
Tabla VI-3. Programas Ambientales propuestos para el desarrollo del proyecto .....	10
Tabla VI-4. Línea base de especies de fauna encontradas en el área del proyecto.....	12
Tabla VI-5. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados.....	15
Tabla VI-6. Listado preliminar de especies susceptibles a rescate y reubicación. ....	19
Tabla VI-7. Listado de especies para establecer en áreas verdes del proyecto. ....	21
Tabla VI-8. Medidas específicas para impactos ambientales no significativos y componentes a proteger. ....	28
Tabla VI-9. Medida preventiva: Riego en caminos y frentes de trabajo.....	29
Tabla VI-10. Medida preventiva: Transporte de materiales en camiones cubiertos. ....	30
Tabla VI-11. Medida de mitigación: Establecimiento de horarios diurnos de operación.....	30
Tabla VI-12. Medida preventiva: Construcción de infraestructura compatible con la presencia de individuos de mangle.....	32
Tabla VI-13. Medida de mitigación: Rescate de pastos marinos. ....	33
Figura VI-1. Ejemplo de dispositivo ultrasónico (Fuente: Elaboración propia). ....	13
Figura VI-2. Colocación de geotextil para control de sólidos re-suspendidos.....	31

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

### VI.1. Introducción

Uno de los objetivos primordiales de la evaluación de impacto ambiental es atender el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), donde se indica que se deberán incluir en la Manifestación de Impacto Ambiental las medidas que permitirán evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que tenga un proyecto.

El **Plan de Manejo Ambiental**, que se describe a continuación, presenta las acciones y estrategias diseñadas para evitar y minimizar los impactos ambientales negativos que pudiera generar la construcción y operación del proyecto.

### VI.2. Plan de Manejo Ambiental

El **Plan de Manejo Ambiental** es el documento rector que define todas las acciones necesarias para asegurar un adecuado desempeño ambiental del proyecto, pero además delimita la forma en que se dará seguimiento y controlarán estas acciones de carácter ambiental, para asegurar que este tenga un comportamiento acorde con lo previsto en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Para asegurar que se implementará el **Plan de Manejo Ambiental**, la promovente designará a un **Profesional Ambiental** responsable de asegurar la ejecución de los ejes de acción y se recaben e informen sistemática y continuamente los datos y la información que permita evaluar la eficiencia de las medidas propuestas, y si fuera necesario, ajustarlas o modificarlas.

De igual forma, se asignará un **Supervisor Ambiental**, quien actuará de forma **autónoma** a la promovente para vigilar y evaluar la correcta ejecución del **Plan de Manejo Ambiental** por parte del **Responsable Ambiental** y la promovente en general. El supervisor contará con un amplio conocimiento y experiencia en aspectos ambientales técnicos y mejora continua de programas ambientales.

Para la adecuada ejecución y seguimiento del **Plan de Manejo Ambiental**, se propone que éste se conforme de cuatro ejes de acción:

Tabla VI-1. Ejes de acción del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

**PLAN DE  
MANEJO  
AMBIENTAL**

**Buenas prácticas ambientales.** Pautas de comportamiento que tienen la finalidad de controlar las acciones cotidianas que causen afectaciones ambientales, a través de cambios en la organización de los procesos y actividades.

**Programas Ambientales.** Conjunto de dos o más medidas ambientales que serán implementadas bajo un protocolo específico para lograr prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales negativos no significativos moderados; ya que al ser evaluados con mayor importancia, requieren de una implementación, monitoreo y evaluación más metódicos.

**Medidas específicas.** Acciones puntuales para prevenir y mitigar los impactos negativos menos significativos y para proteger a otros componentes que **no serán afectados por el desarrollo del proyecto pero requieren atención.** Durante su implementación no requieren un protocolo técnico para lograr su objetivo.

**Programas Voluntarios.** Planificación de medidas ambientales voluntarias que propone la promotora a favor de los componentes bióticos de la región donde se desarrollará el proyecto, por lo cual su ejecución requiere de la colaboración con organizaciones externas al proyecto.

En los siguientes apartados se abordan cada uno de los ejes del **Plan de Manejo Ambiental.**

### VI.2.1. Buenas prácticas ambientales

Las **buenas prácticas ambientales** son pautas de comportamiento que tendrán como finalidad controlar las actividades cotidianas del proyecto y que se deben manejar en cualquier obra o instalación, por ejemplo, el manejo de residuos y sustancias y control de emisiones de ruido y polvo.

Las **buenas prácticas ambientales** que se adoptarán para las acciones anteriores se describen a continuación:

### VI.2.1.1 Manejo de Residuos

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se generarán materiales o productos que se desecharán y para evitar alteraciones a la calidad del suelo y agua, estos residuos se manejarán y dispondrán de manera adecuada.

Contemplando las diferentes actividades y materiales que podrían utilizarse durante el desarrollo del proyecto, se prevé que los residuos que se generen sean los siguientes:

Tabla VI-2. Residuos que se prevén sean generados por el desarrollo del proyecto.

Tipo de residuo <sup>1</sup>	Clasificación	Descripción
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	Residuos de comida tales como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.
	Inorgánicos	Papel, cartón, aluminio, plástico, vidrio, papel sanitario, toallas femeninas y unicol.
Residuo de Manejo Especial	Concreto	Residuos de concreto proveniente de colados <i>in situ</i> .
	Asfalto	Residuos provenientes de la preparación de la emulsión asfáltica.
	Metales	Varillas, residuos de acero de refuerzo y rebaba. Restos de trabes del soporte de las losas de la plataforma.
	Madera	Fragmentos de madera de la construcción de cimbras.
	Desmonte y poda	Residuos provenientes de la remoción de vegetación y poda de flora presentes en las áreas verdes del proyecto.
Residuos Peligrosos	Materiales impregnados con residuos peligrosos	Envases y embalajes impregnados de sustancias químicas e hidrocarburos. Materiales impregnados utilizados en mantenimientos correctivos y atención de fugas o derrames en el eventual caso de falla mecánica

Para prevenir la contaminación del suelo y agua, se adoptará un sistema de manejo de residuos, el cual se describe de manera general en los siguientes párrafos y de manera más detallada en el **Anexo 6.1**:

- Recolección y clasificación de residuos en el sitio de generación.

<sup>1</sup> Clasificación de residuos que serán generados en el proyecto (LGPGIR, 2003).

- Transporte al área de almacenamiento temporal dentro del proyecto.
- Propiciar el reciclaje o reúso de residuos para minimizar el volumen que se dispondrá en rellenos sanitarios.
- Disposición de residuos en lugares autorizados para reciclaje o disposición final.

Estas actividades serán implementadas con la finalidad de lograr que durante las etapas de preparación y construcción, por lo menos el **30% de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial sean entregados a un centro de reciclaje autorizado** dentro de la isla, y que los **residuos peligrosos generados** sean dispuestos en lugares autorizados para su manejo fuera de Cozumel.

Las instalaciones y equipos que se construyan o utilicen en el manejo de residuos, así como los procesos que se apliquen, observarán en todo momento lo que indique la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como todas las disposiciones estatales y/o municipales aplicables.

Para determinar si el manejo de residuos se está llevando de manera eficiente, el **Responsable Ambiental** recabará los siguientes datos:

- Cantidad (kg) de residuos generados por tipo.
- Cantidad (kg) de residuos con disposición final por tipo.
- Cantidad (kg) de residuos reciclados y reutilizados por tipo.

El **Responsable Ambiental** generará y recabará la siguiente documentación que fungirá como evidencia de las acciones realizadas:

- Bitácora de generación y disposición de residuos sólidos urbanos.
- Bitácora de generación y disposición de residuos de manejo especial.
- Bitácora de generación y disposición de residuos peligrosos.

- Comprobantes y/o manifiestos de entrega de residuos en sitios autorizados para manejo o disposición final.
- Copia de autorizaciones para la recolección, transporte, valorización (reciclaje, recuperación, co-procesamiento, etc.) y disposición final de residuos.

#### VI.2.1.2 Manejo de Aguas Residuales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se colocarán sanitarios portátiles cerca de los frentes de trabajo activos en una proporción de 1 por cada 10 trabajadores. La recolección de aguas sanitarias se realizará diariamente mediante una empresa autorizada para su transporte, manejo y disposición en un sitio autorizado, lo cual será documentado adecuadamente por el Responsable Ambiental.

Para documentar el adecuado manejo de las aguas residuales el **Responsable Ambiental** generará:

- Bitácora de limpieza de sanitarios portátiles.
- Archivo con copia de autorizaciones de transporte y manejo de aguas residuales y comprobantes de limpieza.
- Archivo con copia de autorización para la disposición de aguas residuales.

#### VI.2.1.3 Prevención y manejo de derrames de hidrocarburos

Un adecuado manejo de hidrocarburos evita o minimiza cualquier posible contaminación de suelos y agua y para ello se implementan las siguientes acciones:

- Toda maquinaria, equipo y vehículo recibirá mantenimiento preventivo y correctivo, en talleres fuera del área del proyecto, con excepción de la maquinaria que por su gran tamaño sea inevitable realizar esta actividad en sitio; en este caso se tomarán las medidas necesarias para prevenir la contaminación del suelo o agua con hidrocarburos.

- En todos los frentes de trabajo donde se tenga operación de maquinaria y equipo, así como estacionamientos provisionales deberán contar con un kit para la atención a derrames de hidrocarburos.
- Se realizará el manejo de residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de Manejo de Residuos (Anexo 6.1). En el sitio se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos y su disposición será por medio de una empresa autorizada para ello.
- La carga de combustible a la maquinaria y equipo pesado se realizará a través de pipas de carga, las cuales contarán con los elementos necesarios para evitar fugas o derrames durante la actividad.

No obstante, se ha considerado la implementación de un protocolo de atención para que en caso de que el equipo o maquinaria presente fugas o derrames de hidrocarburos se proceda a detener su actividad y dar atención inmediata al factor afectado. En el caso de suelo se procederá a la recolección de éste y manejo de acuerdo a lo establecido en el apartado anterior y en caso de agua, se colocarán barreras de contención y se realizará la recolección del hidrocarburo.

#### VI.2.1.4 Mantenimiento preventivo

La operación de maquinaria, equipo y vehículos, a través de motores de combustión interna, genera emisiones y ruido que durante el desarrollo de un proyecto no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Por lo anterior, como buena práctica, se implementarán mantenimientos preventivos en maquinaria, equipo y vehículos que operen en el área del proyecto.

#### VI.2.2. Programas Ambientales

Los **Programas Ambientales** son procedimientos que integran dos o más medidas ambientales que serán implementadas bajo un protocolo específico para lograr prevenir, mitigar y/o compensar los **impactos ambientales negativos** que así lo requieran.

En los **Programas Ambientales se establece lo siguiente:**

- **Objetivo:** Estado específico y concreto de un componente o proceso ambiental que se pretende alcanzar con la aplicación de las medidas planteadas para atender los impactos identificados
- **Metas:** Expresión cuantificada de los objetivos en términos de sujeto, cantidad y tiempo, por lo que queda definida como el resultado final detallado y cuantificable que deseamos alcanzar de cada objetivo.
- **Indicadores:** Valores cuantitativos o cualitativos concretos que permiten, entre otras cosas, establecer diferencias de comportamientos y tendencias de la implementación de las medidas ambientales.
- **Umbrales de alerta:** Valores límite de indicadores que señalan la necesidad de reforzar o modificar las medidas previstas o incorporar nuevas acciones para alcanzar los objetivos y metas comprometidos.
- **Medidas de urgente aplicación:** Conjunto de acciones que tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; al restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.

En la siguiente tabla se presentan los **Programas Ambientales** propuestos para el desarrollo del proyecto y las medias específicas que contienen cada uno de ellos:

Tabla VI-3. Programas Ambientales propuestos para el desarrollo del proyecto

Procesos	Componente	Impacto ambiental	Programas Ambientales	Medidas específicas	Tipo de Medida
Proceso edafológico	Estructura del suelo	Alteración en la estructura del suelo	Programa de Protección del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación del área del proyecto.</li> <li>• Recuperación de la capa orgánica del suelo durante las actividades de despalme.</li> <li>• Reincorporación de la capa orgánica.</li> </ul>	Mitigación
Composición biótica terrestre	Flora y fauna terrestre	Pérdida de hábitat terrestre	Programa de Manejo de Fauna Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahuyentamiento de fauna terrestre.</li> <li>• Reubicación de ejemplares de lento desplazamiento.</li> </ul>	Mitigación
			Programa de Manejo de Flora Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revegetación de áreas de obras temporales y establecimiento de áreas verdes con plantas nativas.</li> </ul>	Mitigación
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revegetación con especies nativas de una superficie externa al área del proyecto que se determine en colaboración con las ANP'S de la región, ONG's o gobierno municipal.</li> </ul>	Compensación
Paisaje	Calidad escénica	Modificación de la calidad escénica	Programa de Manejo de Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de ejemplares de flora sujetos al Programa.</li> <li>• Revegetación de áreas de obras temporales y establecimiento de áreas ajardinadas con plantas nativas.</li> </ul>	Mitigación

Cabe señalar que el proyecto no afectará ecosistemas de manglar o arrecifes; sin embargo, la promotora, consciente de la importancia de los ecosistemas de manglar y de arrecife coralino propone impulsar programas para su conservación o recuperación en las Áreas Naturales Protegidas de la Isla de Cozumel, lo cual se expone al final de este capítulo.

A continuación se abordan los **Programas Ambientales**:

### VI.2.2.1 Programa de Manejo de Fauna

#### Introducción

Debido a la ubicación el área del proyecto, durante las actividades de preparación y construcción se pueden afectar individuos de diferentes especies animales. En el presente **Programa de Manejo de Fauna Terrestre** se desarrollan los protocolos técnicos para la implementación de las medidas para minimizar la posible afectación de la fauna terrestre.

De forma adicional, se contempla la capacitación al personal para evitar la caza y captura de fauna silvestre, así como la afectación de su hábitat en las zonas cercanas del sitio previsto para la construcción del proyecto.

#### Objetivo general

Minimizar la afectación de los individuos de fauna terrestre que se encuentren en el área del proyecto, a través de medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

#### Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del **Programa de Manejo de Fauna** se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Ahuyentamiento de fauna terrestre.
- Rescate y reubicación de ejemplares terrestres de baja capacidad de desplazamiento.

#### Protocolos de implementación (Metodología):

##### a) Línea base de especies en el área del proyecto

El presente programa estará dirigido a las especies registradas durante el trabajo de campo, sin descartar la posibilidad de encontrar alguna otra especie durante las actividades de preparación de sitio y construcción.

Como resultado de los muestreos de campo, se observaron dos especies de anfibios, seis de reptiles, tres de mamíferos y 18 de aves, de las cuales cuatro de ellas (dos reptiles y dos aves)

se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** como se muestra a continuación:

Tabla VI-4. Línea base de especies de fauna encontradas en el área del proyecto.

<b>Grupo</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
Anfibios	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	Sin categoría
Anfibios	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	Sin categoría
Reptiles	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	Sin categoría
Reptiles	<i>Anolis sagueri</i>	Abaniquillo pardo del Caribe	Sin categoría
Reptiles	<i>Aspidozelis cozumela</i>	Huico de la Isla Cozumel	Sin categoría
Reptiles	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	Sin categoría
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata	Amenazada
Reptiles	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	Sujeta a Protección Especial
Mamíferos	<i>Nasua narica</i>	Coatí	Sin categoría
Mamíferos	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	Sin categoría
Mamíferos	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	Sin categoría
Aves	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	Sin categoría
Aves	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Sin categoría
Aves	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Sin categoría
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Sin categoría
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin categoría
Aves	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pico rojo	Sin categoría
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Sin categoría
Aves	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	Sin categoría
Aves	<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña	Sin categoría
Aves	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Sin categoría
Aves	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	Sin categoría
Aves	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	Sin categoría
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	Sin categoría
Aves	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca	Amenazada
Aves	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	Sin categoría
Aves	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Sujeta a Protección Especial

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	Sin categoría
Aves	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	Sin categoría

b) Manejo de nidos y madrigueras

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, se deberá realizar un recorrido de reconocimiento de nidos y madrigueras para determinar la actividad de estos, ya que aquellos que se encuentren inactivos, deberán ser inhabilitados para evitar el refugio o anidación de la fauna una vez que se inicien las actividades. En caso de encontrar polluelos o crías (madrigueras), los sitios serán marcados para dar seguimiento a la madurez de los individuos y poder inhabilitar los nidos o madrigueras una vez que éstos los abandonen.

c) Ahuyentamiento de fauna terrestre

Para el ahuyentamiento de la fauna terrestre se instalarán aparatos que emiten ultrasonidos de frecuencia entre 200 KHz y 7500 KHz, que normalmente está por arriba del rango de audición detectado por los humanos y tiene como finalidad crear incomodidad a la fauna por las emisiones de sonido o ultrasónicas, e inducir que se retire del sitio por sus propios medios. El alcance de cobertura de esta técnica oscila entre 2 hectáreas (sonidos audibles) y 350 m<sup>2</sup> en modo de ultrasonidos.



Figura VI-1. Ejemplo de dispositivo ultrasónico (Fuente: Elaboración propia).

De manera adicional se implementará una bocina de aire comprimido que se hará sonar durante recorridos que inicien en un extremo de predio (desde donde avanza el frente de trabajo), hacia el otro extremo del terreno. Esta medida se implementará antes de iniciar y durante las actividades de preparación de sitio y construcción y se repetirá hasta que termine el desmonte de todo el terreno.

El uso de técnicas de estimulación sonora para llevar a cabo el ahuyentamiento de fauna, puede llegar a ser muy efectivo para inducir la huida de los individuos de fauna terrestre de rápido desplazamiento a zonas donde no se presenten disturbios al hábitat ni corran riesgo por el movimiento de la maquinaria.

d) Rescate de ejemplares de fauna silvestre de lento desplazamiento

El rescate de fauna terrestre está orientado a aquellas especies de anfibios, reptiles y mamíferos de lento desplazamiento que, puedan permanecer en el predio después de las acciones de ahuyentamiento y que corran riesgo atropellamiento o lesiones durante las actividades de desmonte.

En general el rescate se realizará de forma manual para los individuos que se localicen durante las actividades de preparación del sitio y construcción, salvo aquellos que presenten un riesgo para el personal como es el caso de reptiles venenosos en los que será necesario el uso de pinzas y/o ganchos herpetológicos. Aunado a esto, la captura de algunas especies de hábitos principalmente nocturnos podrá realizarse mediante trampas tipo “Sherman”, “Tomahawk” o “Pitfall”.

Los individuos rescatados serán reubicados en sitios con selva ubicadas en áreas destinadas a la conservación o preservación de los ecosistemas. Para la selección del sitio, se considerarán las necesidades biológicas de la especie y las características originales del hábitat donde fueron rescatadas.

La metodología propuesta para la captura y manejo de las especies rescatadas se especifica en el **Anexo 6.2**.

e) Traslado de fauna terrestre rescatada a las áreas de reubicación

Durante las actividades de captura de fauna, el personal a cargo realizará una revisión física de los individuos rescatados, verificando primordialmente que no presenten *deshidratación, desnutrición o lesiones físicas*.

De ser necesario, el ejemplar será sujeto a tratamiento veterinario para su recuperación, pues si se libera a un individuo lesionado o en malas condiciones su probabilidad de supervivencia se reduciría de una manera significativa. Si los ejemplares se encuentran en buen estado físico, serán trasladados de forma inmediata a los sitios de reubicación.

Para minimizar el estrés de los ejemplares se considerarán el equipo y el tiempo máximo de contención que se indica en la siguiente tabla:

Tabla VI-5. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados.

Grupo	Condiciones	Tiempo máximo de contención
Reptiles	Recipiente de plástico con orificios de respiración o bolsas de género (solo para especies venenosas)	Máximo 10 horas
Mamíferos pequeños	En la misma trampa de captura o en jaulas, con alimento (agua/fruta durante mantención)	Antes del atardecer

Fuente: Bustamante *et al.* 2009

f) Reubicación de fauna terrestre rescatada

Para realizar la liberación de la fauna rescatada, el personal a cargo deberá considerar los siguientes aspectos:

- Lograr un espaciamiento uniforme en las áreas destinadas a la reubicación, para evitar la sobrecarga de un solo sitio y agresiones entre individuos territoriales de la misma especie.
- Evitar la liberación de depredadores y presas en el mismo lugar.

### g) Áreas de reubicación

Para determinar las áreas de reubicación, se ha contemplado establecer colaboraciones con la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas, para que la reubicación de fauna sea dentro de estas áreas en lugares que, de acuerdo a las necesidades de la especie, se consideren viables para su sobrevivencia. Para ello las áreas de reubicación se seleccionarán considerando que sean ambientalmente similares a las áreas donde se capturó la especie y que tengan poca o nula intervención e infraestructura humana.

### h) Vigilancia durante las actividades de preparación y construcción

Durante las actividades de preparación y construcción, se solicitará apoyo del personal que se encuentre involucrado en las actividades del proyecto para que, en caso de avistamiento de fauna, se realice la notificación para realizar el rescate.

### Puntos de comprobación

El **Responsable Ambiental** generará **documentación** que compruebe la implementación de las medidas específicas de acuerdo a las metodologías propuestas. La documentación o puntos de seguimiento para el **Programa de Manejo de Fauna Terrestre** serán:

#### ***Ahuyentamiento de fauna terrestre***

- Bitácora de ahuyentamiento.
- Mapa o esquema que muestre la dirección que siguió la actividad de ahuyentamiento.
- Evidencia fotográfica de actividades de ahuyentamiento.

#### ***Rescate y reubicación de fauna terrestre***

- Bitácora de rescate y reubicación de fauna terrestre.
- Ubicación de los puntos de rescate y reubicación indicando coordenadas geográficas.
- Evidencia fotográfica de actividades de rescate y reubicación.

### Umbrales de alerta:

- Sobrevivencia menor al 80% de los individuos rescatados durante las actividades de reubicación.
- Presencia de un alto número de individuos de fauna en los frentes de trabajo que había sido ahuyentada o rescatada.

### Umbrales inadmisibles:

- Sobrevivencia menor del 70% de los individuos rescatados durante las actividades de reubicación.

### Medidas de urgente aplicación

- Mejora de protocolos de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna terrestre.
- Mejora de los protocolos de revisión del estado físico y de traslado de los ejemplares capturados.

## VI.2.2.2 Programa de Manejo de Flora

### Introducción

Las actividades de desmonte y despalme traen como consecuencia la mayor afectación hacia el componente de la vegetación, por tal motivo se implementará un **Programa de Manejo de Flora** que es conformado por tres medidas ambientales: rescate y reubicación de especies de flora de valor ecológico, económico o cultural, revegetación de la superficie ocupada por obras provisionales y establecimiento de áreas verdes dentro del proyecto con especies nativas.

Es importante mencionar que para el **área terrestre** se tendrá por prioridad durante las actividades de rescate y reubicación a los ejemplares de la especie ***Thrinax radiata*** que se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Amenazada**); así como los ejemplares de las especies ***Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri*, *Cordia dodecandra*, *Pithecellobium dulce*, *Cecropia obtusifolia* y *Bauhinia divaricata***, por ser de importancia ambiental y económica.

## Objetivo general

Mitigar y compensar la pérdida de cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto, a través de actividades de rescate y reubicación de flora y la creación de áreas verdes.

## Objetivos particulares

- Contribuir a la conservación o recuperación de los servicios ambientales de la vegetación.
- Rescatar y reubicar los ejemplares con mayor vigor y libre de enfermedades o plagas.
- Asegurar la sobrevivencia de los individuos rescatados.
- Favorecer la sobrevivencia de los individuos trasplantados.
- Revegetar áreas afectadas temporalmente y áreas verdes con especies nativas.

## Metas

- Lograr un porcentaje igual o mayor del 85% de sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados.
- Revegetación del 100% de las áreas ocupadas temporalmente por obras provisionales.

## Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del Programa de Manejo de Flora se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Rescate de ejemplares previo al inicio de las actividades de preparación de sitio.
- Resguardo de individuos y propagación de estructuras reproductivas en vivero temporal del proyecto.
- Reubicación de ejemplares.
- Monitoreo y mantenimiento de ejemplares reubicados.

- Revegetación de áreas ocupadas por obras temporales.
- Establecimiento de áreas verdes con plantas nativas.

Las medidas específicas anteriores se implementarán de acuerdo a los protocolos que se describen en el siguiente apartado.

### Protocolos de implementación (Metodología)

- a) Rescate de ejemplares previo al inicio de las actividades de preparación.

Previo a las actividades de desmonte y despalme, se procederá a realizar recorridos en las áreas autorizadas para la identificación y marcaje de individuos a rescatar. De acuerdo al listado de especies observadas durante el muestreo (ver Capítulo IV), se proponen **7 especies** prioritarias para las actividades de rescate y reubicación.

Uno de los criterios para determinar la lista de especies sujetas al **Programa de Manejo de Flora** fue el estatus de conservación en la que se encuentra la especie de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, para la cual se encontró la especie *Thrinax radiata*, clasificada como **Amenazada**. A continuación se presentan los criterios adoptados para la determinación de susceptibilidad para incluir en el presente programa:

Tabla VI-6. Listado preliminar de especies susceptibles a rescate y reubicación.

Nombre científico	Criterio
<i>Thrinax radiata</i>	NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazada
<i>Bursera simaruba</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos
<i>Vitex gaumeri</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos
<i>Cordia dodecandra</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos
<i>Pithecellobium dulce</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos
<i>Bauhinia divaricata</i>	Capacidad de restauración, importancia ecológica y/o uso con fines económicos

Las actividades de rescate de flora, serán registradas en una bitácora de avance diario donde se indicará las características de los individuos, su ubicación y el método de rescate, el cual podrá ser por cepellón, semilla y/o esquejes de acuerdo a las características de cada especie y la factibilidad del manejo de los individuos vivos para asegurar su sobrevivencia. Las metodologías propuestas para el tipo de rescate se especifican en el **Anexo 6.2**.

Una vez que se realizó el rescate de los individuos de flora seleccionados, estos serán trasladados al área de resguardo temporal, el cual contará con la infraestructura y las herramientas necesarias para dar cuidado y mantenimiento a los individuos rescatados y para inducir la propagación por semillas o esquejes de acuerdo a la técnica seleccionada. Las características propuestas para la colocación y actividades dentro del vivero temporal se especifican en el **Anexo 6.2**.

b) Reubicación de ejemplares.

Una vez que los especialistas en el manejo de flora encargados del vivero temporal determinen que las especies están listas para su reubicación de acuerdo a sus características fitosanitarias y la época idónea para su introducción en el nuevo medio, se procederá a su reubicación. Debido a la presión antropogénica que existe en el área del proyecto, se propone seleccionar el sitio para la reubicación de los ejemplares en un sitio del polígono de un área protegida y para ello se establecerá colaboración con la Dirección de Áreas Naturales Protegidas de la Isla.

El procedimiento de plantación de ejemplares rescatados que se propone en el proyecto será por cepa común, de acuerdo al Manual básico de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal (2010). Ésta técnica se empleará de acuerdo a lo descrito en el **Anexo 6.2**.

c) Revegetación de áreas ocupadas por obras temporales.

De manera **preliminar** se considera que la revegetación se realizará con *Lasiacis ruscifolia* var. *ruscifolia* la cual fue la única herbácea registrada en el área del proyecto; no obstante, también se prevé que se pueda realizar la plantación de **ejemplares provenientes de los rescates**.

d) Establecimiento de áreas verdes con plantas nativas.

En el diseño del proyecto, se considera la conformación de áreas verdes en la terminal de cruceros, las cuales se conformarán utilizando especies ornamentales nativas. Se propone realizar el trasplante de individuos arbustivos pequeños de especies registradas en el área del proyecto y las cuales se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla VI-7. Listado de especies para establecer en áreas verdes del proyecto.

Nombre común	Nombre Científico	Estatus migratorio en México	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Capulincillo	<i>Ardisia escallonioides</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Coma de uña	<i>Pisonia aculeata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Laurel cimarrón	<i>Citharexylum hirtellum</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Palillo	<i>Croton cortesianus</i>	Nativa	No listado	Arbustivo
Pata de cabra	<i>Bauhinia divaricata</i>	Nativa	No listado	Arbustivo

e) Monitoreo y mantenimiento post-plantación

Todos los ejemplares plantados de rescate o conformación de áreas verdes, serán monitoreados con la finalidad evaluar a corto y mediano plazo su sobrevivencia, así como la implementación de acciones correctivas en caso de que se requiera.

El mantenimiento de los ejemplares iniciará una vez que se haya plantado el individuo, ya que para adaptarse a las nuevas condiciones del hábitat y dependiendo de la época de trasplante, necesitará actividades de apoyo como riegos calendarizados, deshierbe de cajetes, colocación de tutores, protección contra depredadores y/o restitución de plántulas que no sobrevivan al proceso.

Las actividades de monitoreo iniciarán 20 días después de la plantación para determinar el porcentaje de sobrevivencia de las especies plantadas y se continuarán por un periodo de 3 meses que es el tiempo aproximado en el que tarda en establecerse una planta a su nuevo hábitat. Posteriormente, hasta el tercer año se realizará en monitoreo semestral.

Para evaluar la supervivencia de los organismos plantados, se llevará una bitácora de monitoreo que contenga:

- La condición de los individuos (anclaje, presencia de rebrotes del sistema radicular, estado general de la planta, etc.).
- Necesidades de hidratación, mediante el medio que se considere prudente y viable, se realizará tal acción de manera inmediata, incluyendo su reubicación en áreas más húmedas.

## Indicadores

De manera mensual el Responsable Ambiental reportará a la supervisión ambiental del proyecto una serie de *indicadores ambientales* del Programa de Manejo de Flora, los cuales serán:

### ***Rescate y reubicación de flora terrestre***

- Número de ejemplares rescatados por especie.
- Número de ejemplares reubicados por especie.
- Número de ejemplares en resguardo temporal (vivero).
- Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares reubicados de acuerdo a la periodicidad establecida.

### ***Revegetación de áreas de obras temporales***

- Superficie con revegetación en m<sup>2</sup>.
- Número de individuos por especies empleados en la revegetación.
- Porcentaje de la superficie total del área ocupada por obras temporales donde se realizó revegetación.
- Porcentaje de sobrevivencia de individuos de revegetación de acuerdo a la periodicidad establecida.

### ***Establecimiento de áreas verdes***

- Número de ejemplares plantados por especie.
- Superficie de áreas verdes con especies nativas.
- Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares plantados de acuerdo a la periodicidad establecida.

### **Puntos de comprobación**

El Técnico Ambiental generará *documentación* que compruebe la implementación de las medidas específicas de acuerdo a las metodologías seleccionadas, las cuales serán:

### ***Rescate y reubicación de flora terrestre***

- Bitácora de rescate y reubicación.
- Procedimientos de rescate y mantenimiento de los individuos.
- Bitácora de mantenimiento y monitoreo de sobrevivencia.
- Evidencia fotográfica de las actividades realizadas.

### ***Revegetación de áreas ocupadas por obras temporales***

- Bitácoras de plantación de individuos empleados en la revegetación.
- Bitácora de mantenimiento y monitoreo de sobrevivencia.
- Evidencia fotográfica de las actividades realizadas.

### ***Establecimiento de áreas verdes***

- Bitácora de plantación.
- Bitácora de mantenimiento y monitoreo de sobrevivencia.
- Evidencia fotográfica de actividades realizadas.

## Umbrales y medidas de urgente aplicación

### **UMBRALES DE ALERTA:**

- Sobrevivencia menor al 80 % de los individuos reubicados y de los ocupados para revegetar áreas ocupadas por obras temporales y áreas verdes.
- Presencia de enfermedades y plagas en el 15% de los individuos.

### **UMBRALES INADMISIBLES:**

- Sobrevivencia por debajo del 75% de los individuos reubicados o utilizados para revegetación de áreas ocupadas por obras temporales y áreas verdes.
- Presencia de enfermedades y plagas en el 20% de los individuos.

### **MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN**

- Mejora de protocolos de rescate, resguardo, reubicación y plantación.
- Aplicación o incremento de riegos y nutrición a las plántulas en resguardo, reubicadas y reforestadas.
- Reposición de plantas reubicadas y plantadas que no sobrevivan.

### **VI.2.2.3 Programa de Protección del Suelo**

En el Capítulo V se determinó que durante las etapas de preparación de sitio y construcción habrá pérdida de suelo por el movimiento de tierras, por lo cual se implementará el Programa de Protección del Suelo, que considera la recuperación y reincorporación del suelo orgánico que pudiera ser removido en el área terrestre del proyecto, y su enriquecimiento con residual vegetal triturado producto del desmonte.

### **Objetivo general**

Mitigar la pérdida del suelo del área del proyecto al recuperar la parte orgánica que pudiera ser removida, para su posterior reincorporación como mejorador de suelo en sitios impactados.

## Objetivos particulares

- Evitar afectaciones fuera del área que pudiera llegar a ser autorizada para el desarrollo del proyecto.
- Recuperar el suelo orgánico extraído para su reincorporación en áreas de revegetación y/o áreas verdes.

## Metas

- Recuperar el suelo orgánico extraído durante el despalme y movimiento de tierras.
- Reincorporar el 100% de suelo orgánico recuperado en actividades de revegetación e instalación de áreas verdes.

## Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del Programa de Protección del Suelo se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Delimitación del área del proyecto.
- Recuperación y reincorporación del suelo orgánico extraído.

## Protocolo de implementación (Metodología)

### a) Delimitación del área del proyecto.

El área del proyecto y las zonas de trabajo se delimitarán previo a las actividades de desmonte y despalme con la finalidad de evitar el impacto en áreas fuera del polígono autorizado.

Esta actividad se llevará a cabo por medio del personal de topografía, el cual delimitará el área autorizada mediante estacas prefabricadas pintadas de colores fosforescentes, de manera que el operador del desmonte pueda identificar claramente los límites y los puntos de inflexión del área a desmontar.

b) Recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo.

Durante las actividades de despalme se utilizará maquinaria de barrido y nivelación con la intención de separar los primeros centímetros del suelo removido (suelo orgánico), el cual por sus características mecánicas no es apto para el desplante de los edificios, por lo tanto la profundidad del barrido y volumen de recuperación, dependerá de los protocolos de construcción.

El suelo orgánico extraído, será trasladado y acopiado en un área temporal dentro del proyecto, hasta el momento de su reutilización. Las características básicas del área de acopio deben ser:

- No ocupar zonas de vegetación arbórea ni arbustiva.
- Delimitado y señalizado para evitar su contaminación.
- Tener las dimensiones y características adecuadas para evitar su dispersión.

Una vez que el suelo recuperado se encuentre en el acopio temporal, se le colocará encima el residual vegetal no maderable producto de desmonte para evitar la erosión eólica y reducir el arrastre por la lluvia. Posteriormente, cuando las actividades de construcción de áreas verdes y revegetación del área ocupada por obras provisionales comience, el residual vegetal será triturado y mezclado con el suelo orgánico para reincorporarlo como mejorador de suelo en ambas actividades.

## Indicadores

De manera mensual el Responsable Ambiental reportará los *indicadores ambientales* del Programa de Protección del Suelo, los cuales serán:

- Volumen de suelo orgánico recuperado.
- Volumen y superficie de suelo orgánico reincorporado en cada actividad (revegetación de áreas ocupadas por obras temporales y áreas verdes).
- Porcentaje de suelo recuperado del total de suelo extraído.

- Porcentaje de suelo reutilizado del total de suelo recuperado por actividad (revegetación de áreas ocupadas por obras temporales y áreas verdes).

### Puntos de comprobación

El Técnico Ambiental generará *documentación* que compruebe la implementación de las medidas específicas de acuerdo a las metodologías propuestas, las cuales serán:

- Bitácora de extracción y recuperación de suelo orgánico
- Bitácora de reincorporación de suelo en las zonas de revegetación y áreas verdes.
- Ubicación de áreas de reincorporación de suelo.
- Evidencia fotográfica de las actividades realizadas.

### Umbrales y medidas de urgente aplicación

#### **UMBRALES INADMISIBLES:**

- Pérdida del 5% de suelo orgánico acopiado por erosión hídrica o eólica.

#### **MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN:**

- Aplicar riegos de compactación del material en el área de acopio temporal sin llegar a saturación.
- Colocar costales de arena en el perímetro del montículo de suelo a nivel de piso para contención de arrastres.
- Cubrir el material con lonas durante su acopio.

### **VI.2.3. Medidas específicas**

Las medidas específicas son **acciones puntuales** que ejecutará la promotora para prevenir y mitigar los **impactos ambientales no significativos** que se prevén por el desarrollo del proyecto, y para **proteger** otros componentes que **no serán afectados por el desarrollo del proyecto** pero requieren especial atención.

En la siguiente tabla se indican las medidas específicas propuestas para cada impacto **no significativo** generado por el proyecto:

Tabla VI-8. Medidas específicas para impactos ambientales no significativos y componentes a proteger.

Proceso	Componente	Impacto ambiental	Medidas específicas	Tipo de Medida
Atmósfera	Calidad del aire	Contaminación atmosférica	• Riego de caminos de terracería y frentes de trabajo.	Mitigación
			• Acarreo de materiales en camiones cubiertos	Preventiva
		• Control de partículas: humidificación de materiales y suelo	Mitigación	
	Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	• Establecimiento de horarios diurnos en actividades que generen alto nivel de ruido	Mitigación
Procesos hidrodinámicos	Agua marina	Alteración de la calidad del agua marina	• Colocación de geotextil (malla) en el área marina costera del proyecto	Mitigación
Flora y fauna terrestre (Vegetación secundaria entre el Malecón y el Mar)	Comunidad biótica	Eliminación de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación del diseño de las obras para no desarrollar acciones sobre el área donde se encuentran.</li> <li>• Medidas constructivas: material transparente en la superficie de las obras van por arriba de los individuos aislados e instalación de un sistema de drenaje que permita que el agua de lluvia llegue a los individuos.</li> </ul>	Preventiva

A continuación, la descripción de las medidas específicas que se implementarán en el desarrollo del proyecto:

### VI.2.3.1 Riego de caminos y frentes de trabajo

Para prevenir la emisión de partículas generadas por el tránsito de la maquinaria en áreas de terracería, se realizarán riegos constantes al suelo (con agua tratada) en los caminos de terracería y en los frentes de trabajo donde se realice movimiento de tierras. La frecuencia de los riegos dependerá de la humedad del suelo y la disponibilidad de agua tratada proveniente de la Planta de Tratamiento.

Tabla VI-9. Medida preventiva: Riego en caminos y frentes de trabajo.

Medida específica	Tipo de acción	Impacto ambiental sobre el cual actual	Etapas de implementación
Riego de caminos y frentes de trabajo	Prevención	Contaminación atmosférica	Preparación
	Mitigación		Construcción
			Operación y Mantenimiento
Responsable de implementación:		<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsable ambiental.</li> <li>Responsable de los trabajos en área terrestre.</li> </ul>	
Documentación para comprobación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bitácora de riegos.</li> <li>Comprobantes de obtención de agua tratada.</li> </ul>		
Indicadores (Medición y reporte mensual):	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen de agua de riego por metro cuadrado</li> </ul>		
Umbral de alerta:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la visibilidad en el área del proyecto por la cantidad de polvo en el aire.</li> </ul>		
Medida de urgente aplicación:	Adicional al incremento de la frecuencia de riegos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Empleo de supresores de polvo biodegradables en caminos o frentes de trabajo que requieran control de polvos de manera adicional al riego.</li> </ul>		

### VI.2.3.2 Transporte de materiales en camiones cubiertos

El movimiento de suelo y materiales puede provocar la generación de partículas durante el trayecto, por lo que se ha considerado la implementación de lonas en las cajas de carga de los camiones transportadores.

Tabla VI-10. Medida preventiva: *Transporte de materiales en camiones cubiertos.*

Medida específica	Tipo de acción	Impacto ambiental sobre el cual actual	Etapas de implementación
<b>Transporte de materiales en camiones cubiertos</b>	Prevenición	Contaminación atmosférica	Preparación
	Mitigación		Construcción
			Operación y Mantenimiento
<b>Responsable de implementación:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable ambiental.</li> <li>• Responsable de los trabajos en área terrestre.</li> <li>• Transportistas.</li> </ul>	
<b>Documentación para comprobación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia fotográfica.</li> </ul>		
<b>Indicadores de realización:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número camiones que cuentan con lona para transporte.</li> <li>• Número de reportes de transportistas que no cubrieron su caja.</li> </ul>		
<b>Umbral de alerta:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de visibilidad de caminos del proyecto por la cantidad de polvo en el aire.</li> </ul>		
<b>Medida de urgente aplicación:</b>	Adicionalmente a la colocación de la lona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego de materiales y suelo, previo a su carga y transporte.</li> </ul>		

### VI.2.3.3 Establecimiento de horarios diurnos de operación

Durante las actividades de construcción se implementará el uso de maquinaria y equipo que en funcionamiento provocarán un aumento en la emisión de decibeles y por lo tanto alterar el confort sonoro. Como medida de mitigación a éste impacto, se propone el establecimiento de horarios diurnos de operación de aquellos equipos o maquinaria pesada que emita un alto nivel de ruido.

Tabla VI-11. Medida de mitigación: *Establecimiento de horarios diurnos de operación.*

Medida específica	Tipo de acción	Impacto ambiental sobre el cual actual	Etapas de implementación
<b>Establecimiento de horarios diurnos de operación</b>	Prevenición	Alteración del confort sonoro	Preparación
	Mitigación		Construcción
			Operación y Mantenimiento
<b>Responsable de implementación:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable ambiental.</li> <li>• Operadores de vehículos, maquinaria y equipo.</li> </ul>	
<b>Documentación para comprobación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de operación de maquinaria que genere altos niveles de ruido.</li> </ul>		
<b>Indicadores de realización (Medición y reporte mensual)::</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de maquinaria y equipo que emiten altos niveles de ruido.</li> <li>• Bitácora de horarios de operación de la maquinaria que genere altos niveles de ruido.</li> </ul>		
<b>Umbral de alerta:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica</li> </ul>		
<b>Medida de urgente aplicación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de silenciadores a maquinaria y equipo.</li> </ul>		

#### VI.2.3.4 Control de sedimentos marino suspendidos

Con la finalidad de que la actividad en el área marina se restrinja a la superficie autorizada y evitar la dispersión de sedimentos fuera del área del proyecto, previo a cualquier actividad, se delimitará el área autorizada con geotextil, el cual, además de delimitar la frontera del proyecto, también servirá como una barrera antidispersión para los sedimentos que puedan suspenderse durante el hincado de pilotes para que posteriormente se precipiten al fondo marino.



Figura VI-2. Colocación de geotextil para control de sólidos re-suspendidos  
Fuente: tomada de internet como referencia.

#### VI.2.3.5 Construcción de infraestructura para mantener la vegetación secundaria entre el malecón y el mar

La infraestructura que se construirá para conectar el muelle con la terminal de cruceros se emplazará parcialmente sobre los sitios donde se ubica la vegetación secundaria entre el malecón y el mar. Para evitar la afectación, la infraestructura será construida por arriba de los individuos y contará con superficies transparentes y coladeras pluviales para permitir el paso de luz natural y lluvia, que son factores necesarios para la sobrevivencia de los individuos presentes.

Por otra parte, se considerará que la infraestructura se construya a una altura adecuada de los ejemplares para evitar la formación de microclimas que afecten su sobrevivencia.

Tabla VI-12. Medida preventiva: **Construcción de infraestructura compatible con la presencia de individuos de mangle.**

Medida específica	Tipo de acción	Impacto ambiental sobre el cual actual	Etapa de implementación
<b>Construcción de infraestructura compatible con la presencia de individuos de mangle</b>	Prevenición	No aplica <sup>2</sup>	Preparación
	Mitigación		Construcción
			Operación y Mantenimiento
<b>Responsable de implementación:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable ambiental.</li> <li>• Responsable de los trabajos en área terrestre.</li> </ul>	
<b>Documentación para comprobación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia fotográfica.</li> </ul>		
<b>Indicadores de realización:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área (m<sup>2</sup>) con superficies transparentes y coladeras pluviales.</li> </ul>		
<b>Indicadores de eficiencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica<sup>3</sup>.</li> </ul>		
<b>Umbral de alerta:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de vigor en las plantas.</li> </ul>		
<b>Medida de urgente aplicación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riegos emergentes a individuos.</li> </ul>		

### VI.2.3.6 Rescate de pastos marinos

En el área del proyecto (ver Capítulo IV) sólo se encuentran individuos aislados y dispersos que **no** llegan a formar colonias de pastos marinos; sin embargo, en caso de que las estructuras ubiquen puntualmente en un lugar con presencia de pasto marino de la especie *Syringodium filiforme*, se realizará el rescate de los individuos y se resguardarán en una estructura con sedimentos marinos del sitio de extracción y agua de mar, para posteriormente trasladarlos al sitio de reubicación cercanos al área original donde fueron rescatados.

<sup>2</sup> No se identificó impactos ambientales negativos hacia los individuos de manglar registrados en el área del proyecto (Ver Capítulo V de la presente MIA-R); no obstante, se considera la protección de los mismos a través de medidas de carácter constructivo y ambiental.

<sup>3</sup> Al ser una medida de tipo constructivo, no aplica el establecimiento de un indicador de eficiencia ambiental

Tabla VI-13. Medida de mitigación: *Rescate de pastos marinos*.

Medida específica	Tipo de acción	Impacto ambiental sobre el cual actual	Etapa de implementación
<b>Rescate de pastos marinos de la especie <i>Syringodium filiforme</i> que pudieran presentarse puntualmente en el lugar de hincado de estructuras</b>	Prevención	No aplica <sup>4</sup>	Preparación
	Mitigación		Construcción
			Operación y Mantenimiento
<b>Responsable de implementación:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsable ambiental.</li> </ul>	
<b>Documentación para comprobación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bitácora de rescate y reubicación de pastos marinos.</li> <li>Evidencia fotográfica.</li> </ul>		
<b>Indicadores de realización:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de individuos rescatados.</li> <li>Número de individuos reubicados.</li> </ul>		
<b>Indicadores de eficiencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No aplica<sup>5</sup>.</li> </ul>		
<b>Medida de urgente aplicación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propagación de individuos de pasto marino.</li> </ul>		

<sup>4</sup> No se identificó impactos ambientales negativos hacia los individuos de pastos registrados en el área del proyecto (Ver Capítulo V de la presente MIA-R); no obstante, se considera la protección de los mismos a través de la medida específica.

<sup>5</sup> Al ser una medida para la protección que no está determinada por un impacto ambiental.

## VI.2.4. Programas Voluntarios

### VI.2.4.1 Conservación de Manglar y Arrecife Coralino

Para avanzar hacia el desarrollo sustentable en la Isla de Cozumel es necesario conservar la biodiversidad, ya que ésta es el sustento de las principales actividades económicas de la Isla: el turismo y la pesca. Los manglares y los arrecifes coralinos, son posiblemente los ecosistemas de mayor relevancia de la isla, ya que brindan importantes servicios ambientales tales como: i) la protección contra eventos meteorológicos extremos; ii) muchas especies acuáticas o marinas de importancia económica tienen ciclos de vida estrechamente ligados a estos ecosistemas; iii) son el hábitat de especies relevantes, iv) son atractivos para el desarrollo de actividades recreativas como el buceo en los arrecifes y avistamiento de aves en los manglares; v) ambos ecosistemas juegan un papel importante en la productividad primaria y pesquera; vi) los manglares son ecosistemas que ayudan a mantener una buena calidad de agua.

Por lo anterior, y con la finalidad de asegurar la permanencia de los ecosistemas de manglar y de arrecife coralino y por lo tanto de los servicios ambientales que ofrecen, la promotora Muelles del Caribe, S.A. de C.V., consciente de que ambos ecosistemas actualmente están sujetos a presiones derivadas de las actividades humanas, proponen impulsar programas para su conservación o recuperación en las Áreas Naturales Protegidas de la Isla de Cozumel.

Para implementar programas de este tipo, el primer paso obligado es la elaboración de un diagnóstico que permita identificar las áreas de mayor relevancia ecosistémica, así como las condiciones en las que se encuentran y a partir de ello definir las acciones o actividades requeridas para asegurar la permanencia e integridad ecológica de ambos ecosistemas.

Las acciones por implementar podrían estar orientadas a la recuperación de las condiciones físicas del ambiente, como los aspectos hidrodinámicos, la calidad de agua, los procesos erosivos, etc. que son requeridos para que el manglar y el arrecife tengan una adecuada estructura y dinámica. Pero también podrían enfocarse a la definición de políticas o estrategias de manejo y aprovechamiento de los recursos que ofrecen los dos ecosistemas.

## DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LOS ECOSISTEMAS

De inicio, el promovente se compromete a financiar la realización del diagnóstico de las condiciones actuales de los manglares y el arrecife coralino de la Isla, con el cual además de tener un conocimiento preciso de las condiciones bióticas y abióticas prevalcientes en ambos ecosistemas, así como de la dinámica de los procesos que ocurren dentro de ellos, así como la identificación de los factores o actividades humanas que ejercen mayor presión sobre estas comunidades.

En relación con el arrecife coralino, además de tener una evaluación de las condiciones actuales esta comunidad dentro del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel con este diagnóstico se intentará evaluar la efectividad del Plan de Acción del Síndrome Blanco en Arrecifes del Caribe Mexicano que está siendo implementado desde 2019<sup>6</sup>. Con el diagnóstico se tendrán mayores elementos para fortalecer las actividades indicadas en el citado Plan de Acción o desarrollar algunas complementarias.

El diagnóstico tendrá como objetivo central generar los elementos para la delimitación de 2 programas: i) conservación y/o recuperación del manglar y; ii) conservación y/o recuperación arrecife coralino de la Isla de Cozumel.

Estas propuestas se desarrollarán con la intención de que la autoridad tenga elementos para evaluar las actividades humanas que se desarrollan en los ecosistemas mencionado y proponga las acciones para compatibilizar el aprovechamiento de los recursos naturales con su conservación, ajustándose a lo que se establece en los correspondientes Programas de Manejo de las ANP's

Para la planeación de este diagnóstico se consultará a la CONANP y al IBANQROO, para de inicio compartir la información existente y a partir de ello delimitar el alcance de los trabajos de investigación requeridos. Un elemento de partida para la elaboración del diagnóstico del

---

<sup>6</sup> Plan de Acción del Síndrome Blanco en Arrecifes del Caribe Mexicano, CONANP, México, Proyecto Manejo Integrado “de la Cuenca al Arrecife” de la Ecorregión del Arrecife Mesoamericano – MAR2R / CCAD.

Consultora: Elisa López.

Revisores: Mario Escobedo, Ricardo Calles, Carlos Rodríguez Olivet, Luis Carlos Castellanos  
MAR2R / CCAD Agosto 2019. C3-MAR2R-DOCTEC-001-2019.

arrecife es el documento preparado por la CONANP denominado *Situación de los Arrecifes en Cozumel* (Quiroga-García, 2019)<sup>7</sup>

A partir de este análisis, se realizará una jerarquización de las áreas o zonas de ambos ecosistemas considerando la importancia de cada una de ellas para la conservación de la biodiversidad, la producción pesquera y las actividades turísticas, pero también la magnitud de los trabajos o acciones requeridas para mantener o rehabilitar su estructura y dinámica. Con estos elementos se puede evaluar el costo-beneficio de la implementación de las acciones de conservación.

Para la realización de este trabajo se buscará la colaboración de un grupo de investigadores especialistas en estos ecosistemas

Se estima que el diagnóstico se elaborará en un plazo de 10-12 meses, considerando que los trabajos de investigación bibliográfica y de campo se ejecutarán en 8-9 meses y el análisis y discusión de la información y elaboración de propuestas requerirá de 2 a 3 meses adicionales.

Si una vez elaborado el diagnóstico, la CONANP desea llevar a cabo la socialización con las autoridades locales de Cozumel, así como con los sectores sociales involucrados directamente en el aprovechamiento de los recursos como son los prestadores de servicios turísticos y pescadores, el promovente apoyaría logísticamente a las autoridades de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de mesas trabajo con estos sectores sociales.

#### POSIBLES ACCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Con el afán de que el trabajo de diagnóstico y elaboración de programas de aprovechamientos sea lo más completo posible, uno de los primeros pasos será proponer para su análisis, con el personal de la CONANP será la identificación de posibles alternativas para este fin, en concordancia con lo establecidos en los Programas de Manejo correspondientes.

Para el caso del arrecife coralino se podrán considerar, entre otras, las siguientes acciones para su conservación:

---

<sup>7</sup> Quiroga-García, B.A. 2019. Situación de los Arrecifes de Cozumel. Reporte Técnico CONANP. ([https://issuu.com/arrecifescozumel/docs/situacion\\_de\\_los\\_arrecifes\\_en\\_el\\_pnac.\\_2019](https://issuu.com/arrecifescozumel/docs/situacion_de_los_arrecifes_en_el_pnac._2019))

- Desarrollo de arrecifes artificiales, que en el mediano plazo puedan reducir la presión ejercida por el buceo que se realiza en el arrecife natural y que pueda favorecer el crecimiento especies de importancia ecológica y pesquera.
- Control de especies invasoras.
- Determinación Capacidad de carga pesquera y turística.
- Elementos para la planeación de las actividades de aprovechamiento.

Para el caso del manglar se consideran entre otras, las siguientes acciones:

- Recuperación/mantenimiento de régimen hidrológico.
- Reforestación con especies de manglar.
- Desarrollo de programas de avistamiento de fauna.
- Determinación capacidad de carga turística.
- Elementos para la planeación de las actividades de aprovechamiento.

Finalmente, otro elemento para el desarrollo sustentable de la Isla de Cozumel, es promover o consolidar programas de aprovechamiento de otros recursos como podría ser:

- Avistamiento y liberación de tortugas marinas
- Avistamiento de fauna en zonas de selva
- Senderos ecoturísticos y jardines botánicos

# CAPÍTULO VII

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.*



## Contenido

<b>VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.</b>	<b>3</b>
<b>VII.1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>VII.2. Escenarios</b>	<b>5</b>
VII.2.1. Atmósfera	5
VII.2.2. Suelo	6
VII.2.3. Hidrología e hidrodinámica	9
VII.2.4. Flora	11
VII.2.5. Fauna	13
<b>VII.3. Comparación de los escenarios</b>	<b>14</b>
<b>VII.4. Conclusiones</b>	<b>18</b>

## Contenido figuras y tablas

<i>Fig. VII. 1 Vistas esperadas del área del proyecto durante la construcción sin medidas de mitigación e implantando las medidas.</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Fig. VII. 2. Situación actual y panorama esperado en el polígono propuesto para la terminal de cruceros</i>	15
<i>Fig. VII. 3. Situación actual de los sedimentos marinos y modelos realizados para los efectos de a resuspensión.</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Fig. VII. 4. Estado actual y proyección de la fauna en el área propuesta para el desplante del muelle.</i>	17
<i>Fig. VII. 5. Estado actual y proyección para el paisaje en la zona del muelle.</i>	17

## **VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

### **VII.1. Introducción**

En las últimas décadas ha venido creciendo el interés por evaluar los beneficios que genera la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; sin embargo, se ha puesto en tela de juicio la presión que se ejerce sobre ellos a través del desarrollo económico y la conservación del medio ambiente.

Los pronósticos ambientales, tienen por objetivo examinar la evolución de conflictos a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas, por medio de predicciones de los efectos posibles al alterar alguno de ellos, para poder extrapolar el conocimiento y entendimiento del pasado, presente y futuro, basándonos en relaciones definidas entre variables predictivas y variables de respuesta.

Para la elección de variables relevantes, se deberán identificar aquellas que se consideren de mayor influencia o incidencia dentro del estudio, así como realizar la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo de los escenarios. Estas variables están en función de la naturaleza del proyecto (obras y actividades), así como de la presencia y estado de conservación de los componentes ambientales que estarán sujetos a la influencia del mismo.

Con el fin de prever los cambios que el desarrollo del proyecto puede provocar, se considera al Sistema Ambiental Regional como un conjunto complejo de subsistemas y elementos, con los que se pretende describir el escenario esperado para el sitio donde se localizará el proyecto con diferentes condiciones o circunstancias, considerando las medidas de mitigación propuestas o la ausencia de ellas, y como se influye en la evolución del entorno. Los pronósticos se fundamentan en los impactos ambientales detectados y en la aplicación de las medidas de mitigación, tomando como punto de partida para el análisis las condiciones presentes y las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la inserción del proyecto.

Los pronósticos ambientales se describirán en tres escenarios principales que son:

**Escenario sin proyecto**, en el que se considera la situación actual de la zona del Área del Proyecto y del Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando las condiciones naturales del área y los impactos que ha sufrido hasta este momento.

**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**, donde se considera la dinámica natural y socioeconómica actual, en suma con las actividades, elementos e impactos que se pueden generar con la preparación, construcción y operación del proyecto.

**Escenario con proyecto considerando las medidas de prevención y mitigación**, apartado que toma en cuenta el desarrollo de actividades, elementos e impactos del proyecto, incorporando las medidas de mitigación propuestas, basándose en la dinámica ambiental tanto de la aplicación de las medidas, como en la situación ambiental que prevalece al momento del estudio.

Es importante mencionar que la proyección de un escenario es considerada como una metodología mediante la cual se obtiene la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable, a través de los cuales se describen los eventos y tendencias, y como estas pueden evolucionar en el tiempo y espacio. Para poder plantear los escenarios, es necesario realizar una comparación de las condiciones ambientales iniciales del área donde se pretende desarrollar el proyecto, misma que fue descrita en el capítulo IV de la presente MIA-R, con las condiciones que se esperan generar como consecuencia de la implementación del proyecto. Aunado a lo anterior, se deben tener plenamente identificados los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto en el área en donde se pretende implementar (los cuales se exponen a detalle en el capítulo V de la presente MIA-R), así como considerar los programas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación que darán atención a dichos impactos ambientales (descritos en el capítulo VI de esta MIA-R). Finalmente se debe tener especial cuidado en que los resultados de un escenario posterior de una acción, se considere un escenario coherente y acorde a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto.

## VII.2. Escenarios

### VII.2.1. Atmósfera

- **Sin proyecto**

En la región actualmente se tienen emisiones de gases por parte de los vehículos que transitan la avenida, producto de la quema de combustibles, sumado al tránsito de embarcaciones que se da en la actualidad (tanto cruceros, tenders, como pequeñas embarcaciones que ofrecen servicios turísticos hacia los arrecifes y otras atracciones).

- **Con proyecto sin medidas**

Durante la etapa de construcción tanto del muelle como de la terminal de cruceros en la zona terrestre, será necesaria la intervención de maquinaria y vehículos pesados, los cuales emitirán gases de efecto invernadero. Los trabajos de excavación, relleno y construcción producirán ruido, lo que causará disminución en el confort sonoro en la zona, y como consecuencia que la fauna local que se encuentre alrededor del polígono de trabajo se desplace a otras zonas; de igual forma, esto puede resultar molesto para gente que frecuenta los lugares cercanos al área, sin embargo estos se han considerado impactos puntuales en cuanto tiempo y ubicación, ya que no se realizarán en toda el área del proyecto simultáneamente.

- **Con proyecto con medidas de prevención y mitigación**

Debido a que la afectación al ambiente solo se prevé durante la etapa de preparación y construcción, dentro de las medidas específicas, para mantener la calidad del aire y confort sonoro, se propone la implementación de acciones concretas que prevengan la emisión de contaminantes que deterioran la calidad del aire y el confort sonoro.

Cabe mencionar que las medidas no eliminarán el 100% de las emisiones de gases y ruido; sin embargo, estas serán disminuidas a niveles aceptables, de manera que cumplan con las NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-050-SEMARNAT-2018, NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-SEMARNAT-1994, las cuales controlan que las emisiones de ruido se mantengan en horarios y bajo decibeles aceptables para evitar causar

daños, además de que las emisiones producto de la quema de combustibles se regulan en cuanto a cantidad de emisiones y calidad de las mismas.

Es importante mencionar que los cambios causados por este impacto no durarán mucho tiempo y una vez que se terminen los trabajos de preparación y construcción, los gases que se lleguen a generar se dispersarán en poco tiempo, mientras que el ruido cesará de forma automática.

Finalmente, en torno al desplazamiento de fauna, antes de realizar las obras, conforme al **Programa de manejo de fauna**, se realizará un protocolo de ahuyentamiento y reubicación puntual de individuos susceptibles, por lo que al iniciar las obras no habrá presencia de fauna en el polígono propuesto para el proyecto, siendo esta desplazada a zonas cercanas en las que se puedan establecer, por lo que de esta forma la fauna ya no se verá afectada de forma directa por el ruido ni los gases emitidos.

#### VII.2.2. Cambio climático

Aunque la mitigación del cambio climático se debe plantear fundamentalmente en la definición de políticas y programas ambientales al dar orientaciones precisas sobre el desarrollo de los diferentes sectores económicos (agrícola, pecuario, industrial, transporte, servicios), procedemos a analizar qué sucederá con las emisiones de gases con efecto invernadero con la operación del muelle.

En primera instancia, hay que destacar que actualmente el arribo de barcos a la Isla de Cozumel supera la capacidad de recepción de cruceros por la infraestructura portuaria, y de acuerdo con las tendencias observadas el flujo de barcos seguirá incrementándose, ya que Cozumel es un gran atractivo para el turismo internacional y de acuerdo con los planes municipales esta actividad económica seguirá siendo impulsada.

Este “exceso” de cruceros es atendido por las embarcaciones denominadas como tenders, que transportan los pasajeros hacia la isla y viceversa.

En ese sentido, el flujo de embarcaciones seguirá incrementándose mientras exista la capacidad para brindarles los servicios requeridos (transporte, hospedaje, alimentos, servicios recreativos-turísticos, etc.).

- **Con proyecto sin medidas**

Con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero, la ejecución del proyecto no tendrá ningún cambio relevante, ya que el mayor volumen de emisión se tiene en el viaje de las embarcaciones del punto de partida hacia Cozumel y el cual se mantendrán inalterado.

- **Con proyecto con medidas de mitigación**

En el largo plazo, con la aplicación de los programas voluntarios para aprovechamiento sustentable de manglar y arrecifes, se espera que se mantenga, y posiblemente se incremente, la captura de Carbono en estos ecosistemas.

### VII.2.3. Suelo

- **Sin proyecto**

Los suelos en el SAR corresponden a Leptosoles, los cuales son poco profundos, pedregosos y muy susceptibles a la erosión, presentando en esta zona “degradación física por pérdida de la función productiva”, siendo nula en la mayor parte del SAR y extrema en donde se encuentran las zonas urbanas. Mientras que en la superficie del predio también son de tipo Leptosol, los cuales son suelos delgados, pedregosos y muy susceptibles a la erosión. En cuanto a la degradación de los suelos en esta área es nula, debido a que se encuentra una capa vegetal bien conservada que lo protege.

La extensa cubierta vegetal de tipo Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia evita los suelos desnudos, lo que se suma a que en la zona no existen pendientes pronunciadas, con lo que no se propicia la existencia de escorrentías, razón por la cual no se da arrastre de partículas, permitiendo la presencia de suelos estables y poco erosionados. En este aspecto, debido al crecimiento poblacional y turístico que experimenta Cozumel, existe alta probabilidad de que en un futuro cercano desaparezca la vegetación actualmente presente, creando a su vez cambios en las tasas de erosión tanto hídrica como eólica.

En cuanto al sustrato marino, este se encuentra compuesto principalmente por arenas gruesas, restos de gravas de coral y rocas pequeñas, mezclado con una cantidad muy pequeña de arenas medianas. El tamaño de los sedimentos reduce la posibilidad del arrastre de

sedimentos, por lo que aún con las fuertes corrientes que pasan por la zona, hay poca pérdida de partículas, previendo que esta situación no cambiará con el tiempo.

- **Con proyecto sin medidas**

En el área del proyecto se realizarán trabajos de desmonte y despalme, por lo que la vegetación que mantiene a los suelos estables será removida, y si bien no se propiciará la formación de escurrimientos, la exposición de las partículas las hará más vulnerables al acarreo por agua; sin embargo, el área expuesta quedará cubierta casi inmediatamente por el desarrollo de las obras necesarias para el desarrollo de la “terminal de cruceros”, razón por la cual se calcula que la erosión eólica seguirá siendo nula. Si bien, la erosión no será un factor de afectaciones importantes, el suelo cambiará su estructura debido a las excavaciones, rellenos, nivelación y compactación para la edificación de dicha terminal.

La parte marina presenta un sustrato formado por arenas gruesas y restos de gravas, siendo estos sedimentos pesados y a su vez más difíciles de suspender; sin embargo, los trabajos necesarios para el hincado de los pilotes pueden provocar la resuspensión de los pocos sedimentos finos presentes, los que, según los modelos realizados con base en la velocidad y dirección de corriente, se moverán dispersándose hacia el noreste sin depositarse en la costa, por lo menos hasta salir de la zona del SAR.

- **Con proyecto con medidas de prevención y mitigación**

Si bien, es imposible evitar las afectaciones a los componentes del suelo causadas por las obras de construcción de la terminal de cruceros, entre las medidas de mitigación se propone el **Programa de Protección del Suelo**, con el que la capa orgánica del suelo removido durante la excavación será manejada y reubicada de forma responsable en zonas de revegetación, evitando así perder por completo la utilidad de este componente ambiental.

En la zona marina se prevé que, con el hincado de los pilotes, se provoque la resuspensión de sedimentos y su posterior acarreo por las corrientes que cruzan por el área; sin embargo, dentro de las medidas se propone la implementación de una malla geotextil, con ella se evitará la dispersión de sedimentos y de esta forma podrán precipitarse nuevamente en la zona una vez terminadas las obras de construcción.

## VII.2.4. Hidrología e hidrodinámica

- **Sin proyecto**

Por su parte, el acuífero cuenta con una extensión de 288 km<sup>2</sup> y una disponibilidad media anual de agua de 31.233 Mm<sup>3</sup>, recargándose en la zona central de la isla donde el acuífero tiene su mayor grosor y las concentraciones de sólidos totales disueltos son aceptables para consumo humano.

En la isla no se observan escurrimientos superficiales debido a que el sustrato es de tipo geológico calizo, en el cual el agua puede infiltrarse rápidamente, impidiendo la creación de cuerpos de agua superficiales. En este sentido el agua que llueve sobre Cozumel se filtra mayormente en la parte central de la isla, donde descansan las aguas duras, formando un lente debido a la diferencia en la densidad con el agua marina salada. Con el paso del tiempo y las tendencias observables en la isla se espera que la tasa de infiltración disminuya con el tiempo, conforme el desarrollo turístico y la urbanización crezcan, causando cambios de uso de suelo y por lo mismo creando zonas de baja infiltración.

En cuanto a la parte marina, existen corrientes fuertes que se mueven de sur a norte durante casi todo el año, y solo en momentos de eventos específicos existen cambios en dicha dirección. No se prevé que exista algún cambio de esta situación a acorto plazo, debido a que no se conocen proyectos de construcción de escolleras o cualquier otra obra arquitectónica o ingenieril que pueda modificar el flujo de corrientes actual. Sin embargo, por el desarrollo de tipo turístico que se espera en la zona, no deja de existir la posibilidad de que en los alrededores se desarrollen obras de este tipo, que puedan modificar las corrientes ahora existentes.

- **Con proyecto sin medidas**

Como ya se mencionó, el desarrollo del proyecto conlleva el desmonte y despalme de la zona donde se propone la construcción de la terminal de cruceros. Por lo que la pérdida de vegetación tendrá como efecto la disminución en la capacidad de infiltración del área. Sin embargo, esta disminución en infiltración no será significativa ya que el proyecto se propone en la orilla de la isla, cerca de la costa, donde la recarga del acuífero es menor, además de que

no hay escurrimientos que lleguen a esta zona ni relieve que permita la acumulación de agua para su posterior infiltración.

La hidrodinámica de la zona marina, de acuerdo a los cálculos realizados para la zona, tampoco se verá afectada, ya que la estructura del muelle estará formada por pilotes, entre los cuales puede continuar corriendo el agua y sedimentos en suspensión sin problema, si bien, los pilotes pueden apreciarse como un obstáculo a la corriente, estos no causarán afectaciones en cuanto a dirección, velocidad o retención de sedimentos.

En cuanto a la calidad del agua en la zona marina, se prevé su alteración a causa de la resuspensión de sedimentos al realizar el hincado de los pilotes, lo que creará turbidez en la zona y cambios en la composición de nutrientes, además de que existe el riesgo de pequeños derrames accidentales de combustibles, que a causa de las corrientes pueden ser acarreados, dispersados y depositados en otros sitios, aproximadamente a ocho kilómetros al noreste del proyecto.

- **Con proyecto con medidas de prevención y mitigación**

Si bien se prevé que la construcción de la “terminal de cruceros” cause disminución en la infiltración debido a las actividades de excavación, compactación y en si el desplante de la construcción, como ya se mencionó, en esta zona no se da la mayor parte de la recarga del acuífero.

Como ya se mencionó en el escenario con proyecto y sin medidas de este mismo punto, se espera que, por el mismo diseño del muelle, la presencia de los pilotes no cause alteraciones en el flujo de las corrientes que atraviesan la zona, de manera que en este sentido no existirá un impacto y no será necesaria la aplicación de medidas de mitigación.

Por otra parte, dado que con el hincado de los pilotes se espera la resuspensión de sedimentos, para evitar afectar la calidad del agua marina más allá del área del proyecto, dentro de las buenas prácticas, se propone el uso de una malla geotextil de forma que se limitará la dispersión de estos sedimentos, además de otras actividades propuestas para evitar los posibles derrames de combustibles y así poder actuar en caso de alguno.

Por los motivos anteriores, llevando a cabo las medidas de mitigación de forma correcta, con la construcción del muelle no habrá cambios en la calidad ni en el flujo del agua.

### VII.2.5. Flora

- **Sin proyecto**

El SAR se encuentra cubierto por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia bien conservada; sin embargo, como ya se ha mencionado, el área se encuentra destinada para uso turístico y urbanizable según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, con lo que se espera que toda esta zona cambie el uso de suelo y se convierta completamente en un área urbana en la que se perderá la cobertura de vegetación actual. Además de vegetación que se encuentra en el área propuesta para el desarrollo de la terminal de cruceros, pegada a la zona marina se observa un manchón de vegetación secundaria, que presenta algunos individuos jóvenes de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, que no constituyen una comunidad de manglar, los cuales tienen permanencia incierta ya que se observa que por las características de la zona en que se encuentran y su pobre desarrollo, han estado tolerando condiciones críticas debido al pobre aporte de agua dulce que reciben.

Los usos de suelo y tipos de vegetación que cubren el área del proyecto corresponden a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, desarrollo antrópico y zonas sin vegetación. En cuanto a flora, para esta zona se identificaron 16 especies de las cuales una se encuentra en categoría de amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la zona marina se observa presencia dispersa y poco consolidada de pastos marinos como *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*, por lo que no se considera como un ecosistema definido y no proveen servicios ecosistémicos como son sitios de anidación, reproducción, refugio o alimentación, así como concentración de sustrato o filtración de partículas. Se espera que esta situación no cambie ya que el gran distanciamiento entre individuos y la presencia del sustrato grueso son causa de que no se desarrollen comunidades más complejas y mejor estructuradas.

- **Con proyecto sin medidas**

Para la construcción de la “terminal de cruceros” serán necesarias acciones de desmonte y despalde, eliminando una fracción de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, conllevando la pérdida de algunos individuos, así como de servicios ecosistémicos que ésta brinda. Sin embargo, aún sin la aplicación del proyecto se espera la desaparición de estas partes de la vegetación debido a su planeación a futuro como zona turística urbanizada.

Por otro lado, con la construcción del muelle será necesario remover algunos pastos marinos, por lo que se dará una disminución de individuos de este grupo de plantas en la zona. Aunque se ha observado que los pastos marinos presentes en el área del proyecto son pocos y se encuentran dispersos, por lo que no llegan a proveer servicios ecosistémicos relevantes para otras especies.

- **Con proyecto con medidas de prevención y mitigación.**

Como ya se mencionó, para el desplante en la zona terrestre del proyecto será necesaria la remoción de una parte de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la isla. Dado que no es posible evitar el desmonte y el despalde, en el Programa de Protección de Flora, se proponen como medidas de mitigación y compensación el rescate y reubicación de individuos de flora, así como la revegetación en áreas ajardinadas y zonas externas, sumado a un programa voluntario en beneficio de humedales, con lo cual se estarán mitigando las afectaciones a los servicios ecosistémicos perdidos por la remoción de individuos vegetales. Mientras tanto, en la zona marina también se aplicarán medidas de rescate y reubicación de pastos marinos, en caso de que alguno pueda ser afectado con el hincado de los pilotes, de esta forma, se estará evitando la pérdida de individuos en la región.

Con lo anterior se puede predecir que sí habrá cambios en cuanto a la vegetación, ya que el desmonte y el despalde son inevitables; sin embargo, con las medidas de mitigación y compensación, se contrarrestará la pérdida de individuos y se compensarán los servicios ecosistémicos afectados.

## VII.2.6. Fauna

- **Sin proyecto**

La porción marina del SAR se encuentra en el área donde la biodiversidad es la más baja de la costa oeste de la isla Cozumel, donde no hay condiciones naturales favorables para el desarrollo de arrecifes, manglares o praderas marinas, donde las corrientes limitan el desarrollo del bentos y no hay un aporte de nutrientes significativo que estimule la productividad. Dado lo anterior, esta zona se contempla como un amplio arenal sin desarrollo arrecifal, en donde se pueden encontrar algunos pastizales dispersos de *Thalassia testudinum* en zonas cercanas a la playa, donde la mayor cobertura está dada por *Lobophora variegata*.

La diversidad de fauna en el área del proyecto es baja para todos los grupos de animales, exceptuando a las aves que tienen una diversidad media alta. A futuro se espera que esta diversidad disminuya aún más, ya que la tendencia de la zona es hacia la urbanización, con lo que se perderán zonas con vegetación, que son las áreas que sustentan la diversidad de animales.

En cuanto a la fauna marina, no se encontró mucha diversidad de especies, siendo ésta conformada principalmente por individuos aislados de esponjas, corales escleratinios, octocorales, equinodermos, peces e individuos pertenecientes a otros grupos, esto debido a la fuerte corriente y la falta de un sustrato duro para anclarse, por lo que se observa que su papel ecológico radica en ser simbioses de algunos microorganismos, y se espera que esta tendencia no cambie.

- **Con proyecto sin medidas**

Debido a que uno de los impactos será la pérdida de vegetación, se tendrá como consecuencia la pérdida de especies animales, en parte, dado por la ocupación de un fragmento de su hábitat natural y por otro por el ahuyentamiento de los animales causado por el movimiento de maquinaria y personas en la zona.

Dado que las esponjas y los corales se encuentran muy dispersos, pocos se verán afectados por el hincado de los pilotes, sin embargo por el movimiento y ruido causados durante la construcción del muelle se ahuyentarán las especies móviles como son los peces, pero en

relativamente poco tiempo la zona recuperará fauna debido a que con la colocación del muelle, se estarán creando zonas de sombra y las estructuras sumergidas brindarán lugares bien consolidados para el anclaje de nuevos individuos de animales sésiles, por lo que la zona donde incidirá el muelle se verá colonizada principalmente por un tapete algal que permitirá la llegada posterior de organismos pioneros como balanos, bivalvos, briozoos, esponjas e hidroides, los cuales modificarán las condiciones creando un ambiente favorable para llevar a cabo un proceso de sucesión de especies, favoreciendo la presencia principalmente de peces y organismos abisales, que se verán atraídos por la protección que brindará la estructura del muelle y el incremento de alimento que será producto de la nueva colonia establecida.

- **Con proyecto con medidas de prevención y mitigación**

Antes de la construcción del muelle, para evitar dañar a la fauna sésil o de lenta movilidad como son las esponjas, los corales y los moluscos, se atenderá al **Programa de Manejo de Fauna** en el que se proponen actividades de rescate y reubicación, de tal forma que no se perderán los pocos individuos que pueden resultar afectados, además se realizarán actividades de ahuyentamiento, para apartar a los peces y otros animales que puedan ser alejados de la zona de obras, los cuales podrán regresar una vez terminada la etapa de construcción, todo esto sumado al desarrollo de un **programa voluntario** para el establecimiento de un arrecife artificial. Dado lo anterior, igual que como se prevé en el escenario sin medidas, **se espera la colonización de los pilotes y estructuras sumergidas del muelle y la recolonización del área por peces y otros organismos acuáticos que serán atraídos por la nueva diversidad en el área.**

### VII.3. Comparación de los escenarios

La zona, en la parte terrestre es un ambiente bien conservado con tendencia al cambio de uso de suelo hacia zonas urbanas, en la que encontramos vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, con una diversidad media de plantas y animales. Mientras que la parte marina es un ambiente físicamente homogéneo, en el que el sustrato se encuentra conformado por arenas gruesas, restos de coral y rocas, por lo que **en cuanto a flora y fauna se tiene un ecosistema conformado por individuos aislados de esponjas, corales y pastos marinos.**

Debido a que a un lado del proyecto se encuentra una avenida importante que conecta la zona turística con el poblado principal de la isla, se tiene un flujo constante de vehículos que emiten gases de efecto invernadero hacia la atmósfera; sin embargo, se pronostica que el desarrollo del proyecto pueda aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero y la suspensión de partículas de polvo, pero se puede demostrar que este impacto no es significativo ya que las emisiones se darán únicamente en las etapas de preparación y construcción, y las emisiones serán de manera puntual y por tiempos definidos, conforme avancen las actividades. Además, con la aplicación de estrategias adicionales, se espera disminución hasta niveles aceptables de dichas emisiones.

Como ya sé indico, durante la operación no habrá ningún cambio apreciable en la emisión de gases de efecto invernadero.

Actualmente el área donde se propone el desplante de la “Terminal de cruceros” presenta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, la cual se tiene previsto desaparezca a largo plazo, debido a que en la zona se tiene planificado un uso de suelo con tendencia a la urbanización para turismo, por lo que con el desarrollo del proyecto o sin él, el cambio se dará.



Polígono propuesto para la construcción de la terminal de cruceros cubierta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.



Vista esperada del polígono una vez que se realice la construcción de la terminal de cruceros.

*Fig. VII. 1. Situación actual y panorama esperado en el polígono propuesto para la terminal de cruceros  
Imágenes ilustrativas de realización propia con apoyo de imágenes de internet*

Si bien, al hacer el desmonte se pueden perder individuos de algunas especies, el proyecto propone dentro de sus medidas el rescate y reubicación tanto de flora como de fauna susceptibles de hacerlo, además de la revegetación y forestación con las especies rescatadas como medida compensatoria ante la pérdida de los servicios ecosistémicos, de esta forma si bien es cierto que se dará la pérdida de la vegetación, con el escenario actual y la tendencia al cambio de uso de suelo hacia terrenos urbanos, en el futuro, esta pérdida ocurrirá de cualquier forma .

Sumado a lo anterior, es obvio que la presencia de vegetación terrestre en la zona realiza servicios ecosistémicos como son evitar la erosión y mejorar la infiltración de agua. En este sentido se espera que la erosión hídrica aumente debido a que el suelo quedará desnudo, siendo totalmente expuesto a las inclemencias del viento; sin embargo, esta situación se dará por un periodo muy corto de tiempo, ya que una vez removida la vegetación, se procederá a la construcción de la “terminal de cruceros” lo cual cubrirá el suelo expuesto, evitando que el viento actúe sobre él. Además, al tratarse de un terreno con muy poca pendiente y mínimos escurrimientos superficiales la erosión no será relevante

Al realizar la construcción del muelle habrá resuspensión de sedimentos, causada por el hincado de los pilotes, provocando turbidez en el agua, que al ser transportados por las corrientes que pasan por la zona ya se analizó que hay pocas probabilidades de que su depósito pueda cubrir individuos de pastos o corales que se pudieran encontrar en el fondo ocasionando afectaciones en su sobrevivencia. Si bien es imposible evitar la resuspensión de sedimentos, se implementarán medidas que se enfocarán en la contención de estos sedimentos resuspendidos usando una malla geotextil, evitando así su dispersión y a la vez la pérdida de sustrato en la zona, por otro lado, no se descarta la posibilidad de derrames accidentales de combustibles y aceites, pero con las medidas propuestas se pretende disminuir la probabilidad al mínimo y tener un plan de acción que permita actuar rápidamente ante un accidente.

En cuanto a la flora y fauna, será necesario remover algunos individuos bentónicos que se encuentran dispersos en la zona, pero existe evidencia de que la presencia de los pilotes sumergidos puede abrir zonas de oportunidad de colonización para otras especies, lo cual

incrementará la riqueza y diversidad de especies, que puede eventualmente funcionar como un *refugio de apoyo* para especies de los arrecifes cercanos.



Fig. VII. 2. Estado actual y proyección de la fauna en el área propuesta para el desplante del muelle. Imágenes ilustrativas de realización propia con apoyo de imágenes de internet

Finalmente, el paisaje se verá modificado a causa de la remoción de la cobertura vegetal y su sustitución por un edificio y zonas de estacionamiento, lo que contrastará con la vegetación que quedará alrededor de la zona, mientras que en la parte marina también se cambiará el paisaje debido al desplante del muelle, lo que incorporará un elemento más a la vista hacia el mar, en este caso no será un cambio relevante ya que a un lado actualmente existen construcciones y al fondo ya se pueden apreciar los otros muelles existentes, los cuales normalmente tienen un crucero estacionado en él.



Fig. VII. 3. Estado actual y proyección para el paisaje en la zona del muelle. Imágenes ilustrativas de realización propia con apoyo de imágenes de internet

#### VII.4. Conclusiones

De acuerdo con la información presentada desde el capítulo III de esta MIA se puede indicar que la ejecución del proyecto no tendrá ninguna repercusión relevante sobre la estructura o dinámica de los ecosistemas marino y terrestre.

Como se ha indicado en diferentes secciones de este documento, el funcionamiento de los ecosistemas marinos está determinado fundamentalmente por las características del sustrato, las condiciones hidrodinámicas, la calidad del agua y los aportes de agua dulce y nutrientes, donde los diferentes hábitats que se presentan en la costa oeste de la Isla de Cozumel ocurren debido a las diferencias que se tienen en los componentes y procesos indicados. De esta forma, en el SAR marino la comunidad biótica que se desarrolla es resultado, en primera instancia, de la predominancia de un sustrato arenoso y una fuerte hidrodinámica, que en conjunto limitan la fijación de seres bentónicos, por lo que este tipo de organismos se presenta de forma discontinua, conformando manchones aislados.

De acuerdo con la evaluación realizada mediante simulación matemática, las condiciones hidrodinámicas en el SAR no serán modificadas por la construcción del muelle, manteniéndose las características del sustrato marino y de las características de la costa, sumado a que no habrá cambios en el flujo de agua dulce hacia la zona marina, mostrando que la construcción del muelle no afectará a la comunidad biótica.

Por último, también es posible indicar que, si se mantiene la integridad ecológica del SAR marino, la construcción del muelle no causará ninguna repercusión fuera de él, por lo que no hay posibilidad de que se vea afectada la diversidad biológica ni la productividad biológica o pesquera de la Isla de Cozumel.

En la porción terrestre del SAR, el proyecto ocasionará un cambio de uso del suelo por la construcción del edificio de la terminal de pasajeros, eliminando vegetación secundaria de selva en una superficie un poco mayor a una hectárea, sin embargo, en la actualidad el área que ocupará el proyecto, presenta una menor abundancia y diversidad biótica que otras zonas de la isla, debido a que la vegetación original fue eliminada hace algunos años y a que en la actualidad se realizan actividades antrópicas en la vecindad del área. Pero, sobre todo hay que destacar que se prevé que aún sin la construcción del proyecto los servicios

ambientales que ofrece el ecosistema vayan hacia la baja, debido al incremento de las actividades humanas y a que las autoridades municipales han destinado el área para el crecimiento urbano y turístico, esperando que en un futuro, el área en la que se delimita el SAR terrestre sea ocupado por construcciones habitacionales y/o turísticas.

Aunque el proyecto no afecta la integridad ecológica de los ecosistemas, la promotora se compromete a apoyar programas para la recuperación y/o conservación de manglar y arrecife coralino de la Isla de Cozumel. Así, de concretarse esta acción, se espera que tanto la biodiversidad como las actividades económicas ligadas a ella puedan mantenerse de manera indefinida.

# CAPÍTULO VIII

## “MUELLE COZUMEL, TERMINAL DE CRUCEROS”

*IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*



## Contenido

<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.1. Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental .....</b>	<b>3</b>
VIII.1.1. Identificación .....	3
VIII.1.2. Evaluación .....	4
<b>VIII.2. Anexos .....</b>	<b>18</b>
<b>VIII.3. Fuentes de consulta .....</b>	<b>19</b>

## Contenido tablas

<i>Tabla 1. Tabla de valores y criterios de los atributos. Fuente: Conesa V. (2010). .....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2. Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010). .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3. Unidades de Importancia (UI) del proyecto. . Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4. Asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 5. Continuación de la asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 6. Continuación de la asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 7. Análisis realizado para la asignación de unidades de importancia. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>15</i>

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En el presente capítulo se integra la metodología y anexos que sustentan lo expuesto en los capítulos que conforman la presente MIA-R. A continuación, se describe la metodología implementada para la Evaluación de Impacto Ambiental referente al Capítulo V.

### VIII.1. Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental

La metodología que se expone a continuación se diseñó para evaluar los impactos ambientales generados por la implementación de las actividades del proyecto “Muelle Cozumel, Terminal de Cruceros”. Esta metodología sigue los ejes principales para la elaboración del Capítulo V de una MIA-R, los cuales son:

#### VIII.1.1. Identificación

Primero, se toma en cuenta la descripción del proyecto ya expuesta en el Capítulo II para identificar las obras y actividades del proyecto que pueden generar algún impacto ambiental, y se evalúa la significancia de estos impactos mediante los siguientes rangos: irrelevante, no significativo, moderado y significativo; este último en términos del REIA que a su letra dice: *“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”*; después, derivado de la descripción del funcionamiento de los subsistemas terrestre y marino (Capítulo IV), se determina si los impactos se provocarán sobre los elementos estructurales y/o procesos que establecen el funcionamiento de los subsistemas.

Lo anterior, se lleva a cabo con la ayuda de diagramas para identificar la interacción del proyecto con los elementos determinantes de biodiversidad en los subsistemas; también, se elabora una tabla en donde se presentan, en las primeras columnas, los subsistemas, componentes y factores, en medio se establecen los impactos como frases que asocian la modificación del entorno

consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto, y en la última columna, se exponen las causas que los producen.

De manera conjunta se toma en cuenta el análisis de los instrumentos jurídicos vinculantes del Capítulo III para saber si los componentes que recibirán afectación se encuentran incluidos en algún instrumento jurídico, normativo o de planeación y, de esta manera, establecer criterios de valoración para la evaluación de los impactos ambientales; por ejemplo, si algún componente ambiental se encuentra bajo protección se asignarán valores altos.

## **VIII.1.2. Evaluación**

Una vez que se han identificado los impactos ambientales, para llevar a cabo su evaluación en términos de significancia, se realizará conforme a lo siguiente:

### **VIII.1.2.1 Determinación de la importancia.**

De acuerdo con Gómez D. (2002), el valor de un impacto ambiental mide su gravedad cuando es negativo y el “grado de beneficio” cuando es positivo; en ambos casos, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un componente ambiental es alterado o beneficiado y su significancia ambiental. Para el proyecto, no se tomarán en cuenta los impactos positivos ya que su carácter benéfico podría sesgar el resultado en la evaluación de impactos ambientales negativos. Por lo tanto, los impactos negativos se pueden concretar en términos de importancia.

La medición de la importancia del impacto absoluto está basada en el grado de manifestación cualitativa del efecto de la acción, que quedará reflejado en la importancia del impacto, la cual es función tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto.

En este sentido, después de haber determinado los impactos ambientales, se realiza una Matriz de evaluación de impactos absolutos para cada componente afectado y se establece el índice de importancia de los impactos ambientales, el cual se define por una serie de 10 atributos de tipo cualitativo que fueron tomados de la metodología propuesta por Conesa V. (2010), donde a cada uno de los impactos se les atribuye un valor del 1 hasta el 12 en cada

uno de los 10 atributos que caracterizan y evalúan dicha afectación, a través diferentes criterios (ver Tabla 1), para después realizar el siguiente algoritmo de importancia absoluta:

$$I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Tabla 1. Tabla de valores y criterios de los atributos. Fuente: Conesa V. (2010).

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
<b>Intensidad (IN)</b> El grado de incidencia de la acción sobre el componente	<i>Baja</i> Su efecto tiene una modificación mínima del componente considerado.	<i>Mediana</i> Su efecto provoca alteraciones en algunos de los componentes del medio del SAR.	<i>Alta</i> Su efecto provoca alteraciones en todos los componentes del medio del SAR.	<i>Muy alta</i> Su efecto provoca una modificación en los componentes del medio y/o procesos fundamentales de funcionamiento.	<i>Total</i> Destrucción total del componente en el área en la que se produce el efecto.
<b>Extensión (EX)</b> Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	<i>Puntual</i> Cuando la acción impactante produce un efecto en áreas específicas dentro del polígono del proyecto.	<i>Parcial</i> Cuando la acción produce un efecto en todo el polígono del proyecto.	<i>Extenso</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del polígono del proyecto, pero dentro en el SAR.	<i>Total</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del SAR.	<i>Crítica</i> Cuando la acción produce un efecto puntual, pero se produce en un lugar crítico.
<b>Momento (MO)</b> El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente del medio	<i>Largo plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es mayor a 5 años.	<i>Mediana plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es de 1 a 5 años.	<i>Inmediato</i> Cuando el tiempo transcurrido es inmediato	<i>Crítico</i> Cuando se genera la acción en un momento crítico de funcionamiento del componente.	No aplica
<b>Persistencia (PE)</b> El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición	<i>Fugaz</i> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	<i>Temporal</i> Cuando el tiempo de permanencia es de 1 a 5 años.	No aplica	<i>Permanente</i> Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 5 años.	No aplica
<b>Reversibilidad (RV)</b> La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a	<i>Reversible a Corto plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural en menos de 1 año.	<i>Reversible a Medio plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural de 1 a 10 años.	<i>Reversible a Largo plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural después de 10 años.	<i>Irreversible</i> Alteración imposible de reparar por la acción natural.	No aplica

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
la acción, por medios naturales					
<b>Sinergia (SI)</b> El incremento simultáneo de varios agentes o acciones	<i>Sin sinergismo</i> 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	<i>Sinérgico</i> 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.	No aplica	No aplica
<b>Acumulación (AC)</b> El incremento progresivo de un efecto	<i>No acumulativo</i> Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo componente dentro del SAR.	No aplica	<i>Acumulativo</i> Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo componente dentro del SAR.	No aplica	No aplica
<b>Efecto (EF)</b> Relación causa-efecto	<i>Indirecto</i> El efecto no tiene incidencia inmediata en algún componente, pero si una relación próxima.	No aplica	<i>Directo</i> El efecto tiene incidencia inmediata en algún componente.	No aplica	No aplica
<b>Periodicidad (PR)</b> La regularidad de la manifestación	<i>Único</i> Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	<i>Irregular</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	<i>Periódico</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma regular en el tiempo.	<i>Continuo</i> Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	No aplica
<b>Recuperabilidad (MC)</b> Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios humanos	<i>Recuperable a corto plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas correctoras en menos de 1 año	<i>Recuperable a medio plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medias correctoras en más de 1 año	<i>Mitigable</i> Cuyo efecto puede minorarse con medidas correctoras	No aplica	<i>Irrecuperable</i> Alteración imposible de reparar por medios humanos

Matrices de evaluación de impactos absolutos

A continuación, se muestran las matrices de evaluación de impactos para cada componente afectado. Donde PS= Preparación del sitio, C= Construcción, y O y M= Operación y mantenimiento.

Matriz 1. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente comunidad bentónica. Fuente: elaboración propia.

Comunidad bentónica		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmante y despalme en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I		2			
Extensión	EX		1			
Momento	MO		4			
Persistencia	PE		8			
Reversibilidad	RV		8			
Sinergia	SI		1			
Acumulación	AC		1			
Efecto	EF		4			
Periodicidad	PR		1			
Recuperabilidad	MC		12			
Importancia (I)		0	-47	0	0	0

Matriz 2. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente agua marina. Fuente: elaboración propia.

Agua marina		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmante y despalme en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I		1			
Extensión	EX		1			
Momento	MO		4			
Persistencia	PE		1			
Reversibilidad	RV		1			

Agua marina		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalmado en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Sinergia	SI		1			
Acumulación	AC		1			
Efecto	EF		4			
Periodicidad	PR		1			
Recuperabilidad	MC		1			
Importancia (I)		0	-19	0	0	0

Matriz 3. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente suelo. Fuente: elaboración propia.

Suelo		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalmado en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I	2		2		
Extensión	EX	2		1		
Momento	MO	4		4		
Persistencia	PE	2		8		
Reversibilidad	RV	2		2		
Sinergia	SI	1		1		
Acumulación	AC	4		4		
Efecto	EF	4		4		
Periodicidad	PR	1		1		
Recuperabilidad	MC	4		4		
Importancia (I)		-32	0	-36	0	0

Matriz 4. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente comunidad biótica. Fuente: elaboración propia.

Comunidad biótica		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalme en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I	2				
Extensión	EX	4				
Momento	MO	4				
Persistencia	PE	8				
Reversibilidad	RV	8				
Sinergia	SI	1				
Acumulación	AC	4				
Efecto	EF	4				
Periodicidad	PR	1				
Recuperabilidad	MC	12				
Importancia (I)		-56	0	0	0	0

Matriz 5. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente atmósfera (calidad del aire/contaminación atmosférica). Fuente: elaboración propia.

Atmósfera (calidad del aire /contaminación atmosférica)		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalme en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente..
Intensidad	I	1	1	1	1	1
Extensión	EX	1	1	1	1	1
Momento	MO	4	4	4	4	4
Persistencia	PE	1	2	2	2	2
Reversibilidad	RV	1	1	1	1	1
Sinergia	SI	1	1	1	1	1
Acumulación	AC	1	1	1	4	4
Efecto	EF	4	4	4	4	4
Periodicidad	PR	1	1	1	4	2
Recuperabilidad	MC	4	4	4	4	4
Importancia (I)		-22	-23	-23	-29	-27

Matriz 6. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente atmósfera (calidad del aire/modificación del confort sonoro). Fuente: elaboración propia.

Atmósfera (calidad del aire/modificación del confort sonoro)		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalle en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I	1	1	1	1	1
Extensión	EX	2	2	1	1	1
Momento	MO	4	4	4	4	4
Persistencia	PE	1	2	2	2	2
Reversibilidad	RV	1	1	1	1	1
Sinergia	SI	1	1	1	1	1
Acumulación	AC	1	1	1	1	1
Efecto	EF	4	4	4	4	4
Periodicidad	PR	1	1	1	4	2
Recuperabilidad	MC	4	4	4	4	4
Importancia (I)		-24	-25	-23	-26	-24

Matriz 7. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente paisaje. Fuente: elaboración propia.

Paisaje		ACTIVIDADES				
		PS	C		O Y M	
		Desmonte y despalle en zona terrestre.	Perforación y colado in situ de pilotes para la instalación de las plataformas del muelle.	Excavaciones, relleno, nivelación, compactación y cimentación para la construcción del puente peatonal y terminal de cruceros.	Reparación de elementos estructurales de la terminal de cruceros, flujo vehicular y de turistas.	Reparación de elementos estructurales del muelle y puente.
Intensidad	I	1	1	1		
Extensión	EX	2	1	1		
Momento	MO	4	4	4		
Persistencia	PE	8	8	8		
Reversibilidad	RV	1	4	4		
Sinergia	SI	1	1	1		
Acumulación	AC	4	4	4		
Efecto	EF	4	4	4		
Periodicidad	PR	1	1	1		
Recuperabilidad	MC	8	12	12		
Importancia (I)		-42	-43	-43	0	0

A partir de este punto, se puede observar el valor de la significancia de la relación acción–componente ambiental (cruzamiento) para posteriormente realizar una sumatoria lineal de la importancia total acumulada por impacto ambiental que se reflejará en la Matriz de los impactos ambientales del proyecto.

*Determinación de la significancia.*

Después de evaluar la importancia absoluta de cada Matriz de evaluación de impactos absolutos, se determina la significancia del impacto para posteriormente clasificarlos de acuerdo con los siguientes intervalos:

*Tabla 2. Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010).*

<b>Significancia</b>	<b>Rango</b>	<b>Definición</b>
<b>Irrelevante</b>	Entre -13 y -30	Impacto no significativo que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes que no comprometen la integridad de los mismos.
<b>No significativo</b>	Entre -31 y -45	Impacto no significativo que afectan a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
<b>Relevante</b>	Entre -46 y -80	Impacto significativo que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación y/o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.
<b>Significativo crítico</b>	Entre -81 y -108	Impacto significativo 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.

### *Determinación de las Unidades de Importancia (UI).*

De manera conjunta a la determinación de la importancia, se realiza la determinación de otro concepto conocido como unidades de importancia, esto debido a que los distintos componentes del medio presentan importancias distintas unos respecto a otros de acuerdo a su contribución al ecosistema en el que se encuentran, por lo que es importante asignarles a los factores de los componentes valores conocidos como peso relativo, que son diferentes a los valores asignados para la importancia del impacto producido a dicho ecosistema.

Para mayor entendimiento, si un componente de bajo peso relativo sufre un impacto negativo importante, la pérdida de calidad ambiental del entorno no será elevada y viceversa, si un componente de elevado peso relativo sufre un impacto con índice de importancia baja, la pérdida de calidad ambiental del entorno será importante para el funcionamiento del ecosistema. Por lo tanto, no se debe confundir la importancia de un impacto con la importancia del componente. La importancia de un impacto depende de la acción y del componente, sin embargo, la importancia del componente sólo depende del entorno.

Para la presente metodología, los valores de importancia de los impactos absolutos son luego multiplicados por las unidades de importancia (UI) asignadas para cada factor del componente, que se presentan a continuación, obteniéndose el valor de importancia del impacto relativo.

### **Unidades de Importancia (UI).**

La determinación de las unidades de importancia se llevó a cabo mediante la atribución a cada factor del componente un valor resultado de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de componentes que conforman los subsistemas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Unidades de Importancia (UI) del proyecto. . Fuente: elaboración propia.

Subsistema	Valor	Componente	Valor	Factor	UIP	UIP %
Subsistema marino	367.35	Comunidad bentónica	204.08	Cantidad	204.08	0.20
		Agua marina	163.27	Calidad del agua	163.27	0.16
Subsistema terrestre	540.82	Suelo	193.88	Estructura del suelo	193.88	0.19
		Comunidad biótica	224.49	Hábitat	224.49	0.22
		Atmósfera	122.45	Calidad del aire (contaminación atmosférica)	81.63	0.08
				Calidad del aire (confort sonoro)	40.82	0.04
Subsistema socio-ambiental	91.84	Paisaje	91.84	Calidad escénica	91.84	0.09

La asignación de los valores se desarrolló conforme a la metodología de comparación por pares no jerarquizados de Garmendia A. et al. (2005), que consiste en comparar cada factor del componente con cada uno de los demás factores de manera sistemática, en donde, cada elemento se compara con el resto, y se le asigna un valor de 1 al factor que se considere más importante y 0 al menos importante. Asignar un 0 no significa que dicho elemento no tenga importancia, sino que su importancia se considera menor que la del elemento con el que se está comparando. Si se consideran dos factores de igual importancia se le asigna un valor de 0.5 a cada uno. Es necesario añadir un elemento nulo para evitar la asignación de un valor cero a algún elemento básico. Después se suman y se calculan las unidades deseadas al valor de la suma de un factor individual, dividido por la suma de los valores de todos los factores y se expresa como una fracción decimal.

La técnica de comparación por pares no jerarquizados obliga a considerar todos los factores de los componentes sistemáticamente de acuerdo con el análisis realizado de las condiciones del sitio, lo que minimiza los sesgos personales, produce comparaciones consientes y mejora la convergencia de criterios.

A continuación, se muestra la técnica implementada.

Tabla 4. Asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia.

Factor	Asignación de valores																				
Cantidad (individuos bentónicos)	0.5	1	0.5	1	1	1	1	0.5											0		
Calidad del agua	0.5							0.5	1	0	1	1	0	1		0					
Estructura del suelo		0							0						1	1	0.5	1	1	0.5	1
Hábitat			0.5							1							0.5				
Calidad del aire (contaminación atmosférica)				0							0							0			
Calidad del aire (confort sonoro)					0							0							0		
Calidad escénica						0							1							0.5	
Nulo							0							0							0

Tabla 5. Continuación de la asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia.

Factor	Asignación de valores																					
Cantidad		0.5							1							1						
Calidad del agua			0							1							1					
Estructura del suelo				0.5							1							1				
Hábitat		0.5	1	0.5	1	1	1	1				1						1				
Calidad del aire (contaminación atmosférica)					0				0	0	0	0	1	0.5	1					1		
Calidad del aire (confort sonoro)						0							0			0	0	0	0	0	0.5	1
Calidad escénica							0							0.5							0.5	
Nulo								0							0							0

Tabla 6. Continuación de la asignación de valores mediante la técnica de comparación por pares no jerarquizados. Fuente: elaboración propia.

Factor	Asignación de valores							Total por factor	Factor / total	UIP
Cantidad (individuos bentónicos)	1							10	0.20	204.08
Calidad del agua		1						8	0.16	163.27
Estructura del suelo			1					9.5	0.19	193.88
Hábitat				1				11	0.22	224.49
Calidad del aire (contaminación atmosférica)					0.5			4	0.08	81.63
Calidad del aire (confort sonoro)						0.5		2	0.04	40.82
Calidad escénica	0	0	0	0	0.5	0.5	1	4.5	0.09	91.84
Nulo							0	0	0.00	0.00
Total								49	1.00	1000.00

Para lograr una mejor decisión al asignar las importancias entre los factores de los componentes, se consideró el análisis realizado en el Capítulo IV, destacando los aspectos más importantes que se muestran a continuación.

Tabla 7. Análisis realizado para la asignación de unidades de importancia. Fuente: elaboración propia.

Componente	Análisis
Comunidad bentónica	De acuerdo con la información de campo, en el transecto del proyecto, se observan corales que no constituyen estructuras arrecifales, sino únicamente individuos aislados de manera dispersa que no llegan a formar colonias de gran extensión como ocurren en otras partes de la isla de Cozumel, lo anterior debido a que en la zona de sotavento no hay un sustrato duro para la fijación de los organismos. En cuanto a la ictiofauna encontrada en el transecto del proyecto se tiene que la especie con mayor registro fue <i>Halichoeres garnoti</i> , al igual que <i>Thalassoma bifasciatum</i> consideradas especies en constantemente movimiento. Por otro lado, la arena es el principal sustrato en el fondo marino y se pueden encontrar algas y pastos marinos que se encuentran de manera dispersa, por lo que NO es posible considerar estas agrupaciones o manchones como un ecosistema definido.
Agua marina	De acuerdo a la información de campo, en el cual se determinó la calidad del agua se obtuvieron los siguientes resultados: la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto estuvieron en rangos característicos para aguas marinas y costeras de buena calidad y dentro de las características del agua superficial del Caribe; los contenidos de oxígeno disuelto (mayores que 5.0 mg/L) y su saturación (más de 100 %) estuvieron en niveles ideales para el desarrollo de la vida acuática; la concentración de SST fue baja, lo que propició una transparencia total en toda la columna de agua; las concentraciones de los nutrientes

Componente	Análisis
	(disueltos y totales) fueron bajas, comparables con otras regiones del Caribe Mexicano, consideradas como aguas de buena calidad; la clorofila a tuvo concentración promedio característica de aguas oligotróficas; no hubo evidencia de contaminación de las aguas por grasas y aceites; la depuración de las aguas marinas en las que incidirá el proyecto esta favorecida por las fuertes corrientes hacia el Noreste de la isla.
Suelo	El suelo constituye el soporte de la vegetación y las características ecológicas asociadas a la misma; es el soporte y suministro de nutrientes a las plantas. Otras funciones que cumple el suelo es la filtración de agua para la recarga de acuíferos, es el medio donde se realizan los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de compuestos orgánicos, además de ser el hábitat de insectos, bacterias, etc. En general, en las zonas de la isla donde no se encuentran asentamientos urbanos, los suelos no presentan erosión ya que la cubierta vegetal de selva es extensa; por esta razón, el área donde se ubicará la terminal de cruceros la degradación del suelo es "nula".
Comunidad biótica	La vegetación presente en el área donde se ubicará la terminal de cruceros corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la cual se encuentran especies de fauna donde el grupo más conspicuo es el de las aves, seguido por reptiles, mamíferos y por último los anfibios. A excepción del grupo de las aves que se encuentra en una diversidad media, el resto de los grupos o clases de fauna silvestre cuentan con una diversidad baja, esto debido a la cercanía que tendrá el proyecto con la costa, en donde se desarrollan actividades turísticas, además de que el área está dentro de la zona urbana y la distribución de la fauna no se restringe a la zona de intervención del proyecto.
Atmósfera (calidad del aire)	Como cualquier obra durante el proceso constructivo, se emitirán gases efecto invernadero y polvos producto del uso de maquinaria pesada y equipos para la construcción de las obras del proyecto. No obstante, la disipación de las emisiones será favorecida por los vientos y se generarán las emisiones sólo por el tiempo que durarán las etapas de preparación del sitio y construcción.
Atmósfera (confort sonoro)	Como cualquier obra durante el proceso constructivo, se emitirán ondas sonoras ajenas al sitio, sin embargo, el ruido afectará, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, solamente a las personas y fauna que se encuentren cercanas al proyecto (de 1 a 50 m).
Paisaje	El sitio donde incidirá el proyecto se encuentra en una zona donde se desarrollan actividades turísticas y existe infraestructura urbana ya que se encuentra en la UGA de Aprovechamiento (CP1), de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Cozumel (POEL); destinada a un uso principalmente de tipo urbano, turístico, industrial y de mantenimiento del espacio natural.

*Matriz de los impactos ambientales del proyecto.*

Como último paso de evaluación, se realiza la Matriz de los impactos ambientales del proyecto, en donde se muestra la suma de importancia absoluta acumulada (suma por impacto), suma de importancia relativa acumulada (suma de la multiplicación de la importancia por el peso relativo de cada factor) y el valor promedio de importancia del impacto absoluto (división de la importancia absoluta acumulada entre el número de interacciones por factor ambiental), este último se realiza con la finalidad de demostrar que no es la misma significancia del impacto

producido a un componente por su importancia (valor promedio), a un impacto producido por el número de veces que se presenta en cada etapa del proyecto (importancia absoluta acumulada).

Para interpretar esta matriz, se resaltan las acciones y componentes con mayores valores absolutos y relativos, así como se muestran los colores correspondientes a la significancia tanto de los valores por actividad y los valores promedio de los impactos ambientales. La Matriz de los impactos ambientales del proyecto se muestra en la MIA-R.

#### Impactos Acumulativos y Residuales

Conforme al REIA en su fracción V del Artículo 13, se tienen que identificar los impactos ambientales acumulativos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto; por lo que, para los impactos acumulativos, en las Matrices de evaluación de impactos absolutos, se llevó a cabo en función del atributo de la Acumulación (AC), calificados con valor máximo de 4. Y la valoración de los impactos residuales, se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), calificados con valor máximo de 12.

#### Análisis y descripción

A partir de los resultados obtenidos, se hace el análisis de los impactos ambientales y si estos afectarán a los procesos de los subsistemas, que dará lugar a proponer las medidas necesarias de prevención, mitigación y/o compensación.

## VIII.2. Anexos

El resto de la documentación que sustenta lo expuesto en los capítulos que conforman esta MIA-R se incluyen de manera impresa y/o electrónica de la siguiente manera:

### CARPETAS

Capítulo II : En esta carpeta se incluyen las coordenadas del proyecto en archivo Excel.

Capítulo IV: En esta carpeta se encuentra los estudios que sustentan la información de este capítulo.

Se incluye el “Estudio Marino” donde se presenta la caracterización abiótico y biótico del SAR marino. Además, se integran otros anexos en las carpetas medio abiótico, medio biótico marino y medio biótico terrestre.

En la carpeta medio abiótico se incluye la versión extensa de la descripción del medio abiótico, paisaje y medio socioeconómico del SAR.

En la carpeta “Medio Biótico Marino” se anexa la base de datos de datos y memoria de cálculo de los muestreos marinos, evidencia fotográfica, así como la versión en extenso de la descripción del medio biótico marino del SAR y proyecto.

Finalmente, en la carpeta “Medio Biótico Terrestres se incluye la base de datos y memoria de cálculo para el medio biótico terrestre. También se anexa la metodología y el esfuerzo de muestreo para el medio terrestre.

### Capítulo VI:

Se integra por los anexos donde se describe la metodología empleada para la gestión de manejo de residuos y manejo de flora y fauna.

### VIII.3. Fuentes de consulta

Aguayo, J. E., Bello, M. R., Vecchio, C. M., Araujo, M. J. & L. M. A Basañez. 1980. Estudio sedimentológico en el área de Tulum-Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo XLI, núms. 1 y 2, pp. 15 – 32.

Aguilar-Perera, A. 2011. An obituary for a traditional aggregation site of Nassau Grouper in the Mexican Caribbean. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute October 31 - November 5, 2011 Puerto Morelos, Mexico pp. 382 - 386

Aguilar-Perera, A & A. Tuz-Sulub. 2011. Grouper spawning aggregations off the Yucatan Peninsula, Mexico: Fishing, Management, and Conservation. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute October 31 - November 5, 2011 Puerto Morelos, Mexico pp. 217-221.

Allen, C. M. 1982. Numerical-Simulation of Contaminant Dispersion in Estuary Flows. Proceedings of the Royal Society of London Series a-Mathematical Physical and Engineering Sciences, 381: 179-194.

Almada-Villela, P. C., Sale, P. F., Gold-Bouchot, G. & B. Kjerfve. 2003. Manual de métodos para el programa de monitoreo sinóptico del SAM. Métodos seleccionados para el monitoreo de parámetros físicos y biológicos para utilizarse en la Región Mesoamericana. <http://www.mbrs.doe.gov.bz/dbdocs/tech/PMSMan03.pdf>

Álvarez-Filip, L., Dulvy, N. K., Côté, I. M. & A. R. Watkinson. 2011. Coral identity underpins reef complexity on Caribbean reefs. *Ecol. App.*, 21: 2223 – 2231.

Anónimo. 1990. Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. Committee on Sea Turtle Conservation, National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Commission on Life Sciences. National Academy Press. EEUU. 259p.

Anónimo. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo. México. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 166p.

Anónimo. 2013. Evaluación de Resultados del Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura, Componente Pesca en Concurrencia de Recursos 2013 en Quintana Roo.

Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Quintana Roo, SAGARPA. Chetumal 76p.

Anónimo. 2016. Sea turtle protection program. 2015 Report. Centro Ecológico Akumal. 11p. Disponible en [http://media.wix.com/ugd/ba058b\\_7b7039005b69466baf7e464b08f5fb9f.pdf](http://media.wix.com/ugd/ba058b_7b7039005b69466baf7e464b08f5fb9f.pdf).

APHA, AWWA, WPCF.1992. Standard methods for the examination of water and waste water, 16th edn. APHA, Washington DC.

Aranda-Cirerol, N., Herrera-Silveira, J. A. & F. A. Comín. 2006. Nutrient water quality in a tropical coastal zone with groundwater discharge, northwest Yucatán, Mexico. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 68: 445- 454.

Arche, A. (Ed.). 2010. Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria (Vol. Textos Universitarios 46). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Barranco L. M., Carriquiry J. D., Rodríguez-Zaragoza F. A., Cupul-Magaña A. L., Villaescusa J. A. & L. E. Calderón-Aguilera 2016. Spatio temporal variations of live coral cover in the northern Mesoamerican Reef System, Yucatan Peninsula, Mexico. *Sci. Mar.*, 80(2): 143 - 150. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.04294.23A>

Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Hammond, P. S., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y., Wells, R. S. & B. Wilson. 2012. *Stenella longirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T20733A17837287. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T20733A17837287.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Bjorndal, K. A. 1999. Conservation of Hawksbill Sea Turtles: Perceptions and Realities. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 174 - 176.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B. & M. Chaloupka. 2005. Evaluating trends in abundance of immature green turtles, *Chelonia mydas*, in the greater Caribbean. *Ecological Applications*, 15(1): 304 - 314.

Blumenthal, J. M., Solomon, J. L., Bell, C. D., Austin, T. J., Ebanks-Petrie, G., Coyne, M. S., Broderick, A. C. & B. J. Godley. 2006. Satellite tracking highlights the need for international cooperation in marine turtle management. *Endangered Species Research*, 7: 1 - 11.

Bouchet, P. & J. P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of Gastropods families. *Malacología. International Journal of Malacology* 47, (1-2): 1 - 397.

Briones-Fourzán, P. & E. Lozano-Álvarez. 2002. Shallow-water benthic decapod crustaceans of Chankanaab Park, Cozumel Island, México. In: Escobar-Briones E, Álvarez F (eds) *Modern approaches to the study of crustaceans*. Kluwer, Amsterdam, p 197–204

Budd, A. F., Fukami, H., Smith, N. D. & N. Knowlton. 2012. Taxonomic classification of the reef coral family Mussidae (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 166: 465 - 529.

Butterlin, J. & F. Bonet. 1960. Microfauna del Eoceno inferior de la Península de Yucatán. *Paleontología Mexicana*, 7: 1 - 27.

Cancino, L. & R. Neves. 1994. Numerical modelling of three-dimensional cohesive sediment transport in an estuarine environment. En M. Be' lorgey, R. D. Rajaona, & J. F. Sleath, *Sediment Transport Mechanisms in Coastal Environments and Rivers* (págs. 107-121). World Scientific.

Cancino, L. & R. Neves. 1994. 3D-numerical modelling of cohesive suspended sediment in the Western Scheldt estuary The Netherlands. *Journal of Aquatic Ecology*, 28(3-4): 337-345.

Cancino, L. & R. Neves. 1995. Three-dimensional model system for baroclinic estuarine dynamics and suspended sediment transport in a mesotidal estuary. En *Computer Modelling of Seas and Coastal Regions* (págs. 353-360). Computational Mechanics Publications.

Cardona-Maldonado, M. A. & A. A. Mignucci-Giannoni. 1999. Pygmy and Dwarf Sperm Whales in Puerto Rico and the Virgin Islands with a Review of *Kogia* in the Caribbean. *Caribbean Journal of Science*, 35(1-2) :29-37.

Carrquiry Beltrán, J. D. 2010. Monitoreo del bentos, nutrientes e isótopos en relación a la salud arrecifal de áreas naturales protegidas del norte de Quintana Roo con mayor vulnerabilidad al cambio de fase arrecifal: Primera Etapa. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM012. México, D.F.

Carrillo, L., Johns, E. M., Smith, R. H., Lamkin, J. T. & J. L. Largier. 2016. Pathways and hydrography in the Mesoamerican Barrier Reef System Part 2: Water masses and thermohaline structure. *Continental Shelf Research*, 120: 41 - 58.

Carver, R. E. 1971. *Procedures of Sedimentary Petrology*. New York: Wiley- Interscience.

Casale, P. & A. D. Tucker. 2015. *Caretta caretta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T3897A83157651. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T3897A83157651>.

Castro, C. & L. Brignardello. 2005. *Geomorfología Dinámica y Climática*. Instituto de Geografía, Universidad Católica de Chile.

Castro del Río, A. 1976. Inscripción de las arenas carbonatadas y de su ámbito submarino al noreste de la península de Yucatán, México. Esc. Superior Ingeniería, Instituto Politécnico Nacional.

Centurioni, R. & P. Niiler. 2003. On the surface currents of the Caribbean Sea. *Geophys. Res. Lett.* 30(6): 1279; doi: 10.1029/2002GL016231.

Ceriani, S. A. & A. B. Meylan. 2015. *Caretta caretta* (North West Atlantic subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T84131194A84131608. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84131194A84131608.en>

Cetina, P., Candela, J., Shienbaum, J., Ochoa, J. & A. Badan. 2006. Circulation along the Mexican Caribbean Coast. *J. Geophys. Res.* 111, C08021. doi:10.1029/2005JC003056.

Cetz-Navarro, N. P., Espinoza-Avalos, J., Sentíes-Granados, A. & L. I. Quan-Young. 2008. Nuevos registros de macroalgas para el Atlántico mexicano y riqueza florística del Caribe mexicano. *Hidrobiológica*, 18(1): 11 - 19.

Chávez, G., Candela, J. & J. Ochoa. 2003. Subinertial flows and transports in Cozumel Channel. *J. Geophys. Res.* 108(C2): 3037; doi:10.1029/2002JC001456.

Clarke, K. R. & M. Ainsworth. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205 - 219.

Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 216: 265 - 278.

Cochrane, J. D. 1968. Current and waters of the Eastern Gulf of Mexico and western tropical Atlantic Ocean and the Eastern tropical Pacific Ocean, Reporte no publicado del Depto de Oceanografía y Meteorología de Texas A&M University, Ref. 68-8T: 19- 38.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2002. [www.gob.mx](http://www.gob.mx). Recuperado el 17 de 08 de 2019, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103310/DR\\_2305.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103310/DR_2305.pdf)

Coll-Hurtado, A. 2007. Nuevo Atlas Nacional de México. México: Instituto de Geografía, UNAM.

CONANP – SEMARNAT. 2016. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna de la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

CONANP. 2011. Programa de acción para la conservación de la especie: Tortuga caguama, *Caretta caretta*. Dirección General de Operación Regional. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación, Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas, CONANP-SEMARNAT, México. 43p.

CONAPESCA. 2010. Anuario estadístico de acuicultura y pesca, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA, México.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2010). Uso potencial y regulación de arrecifes de México. Estado de Campeche. P13-15.

Conesa, V. 2010. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

Connell, J. H. & R. O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, 111(982): 1119 - 1144.

Córdoba *et al.* 2003. Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano. *Investigaciones Geográficas*, boletín del Instituto de Geografía, UNAM, Núm. 52, pp -117-136.

Corredor, J. E., Howarth, R. W., Twilley, R. R. & J. M. Morell. 1999. Nitrogen cycling and anthropogenic impact in the tropical interamerican seas. *Biogeochemistry*, 46: 163 - 178.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Reporte Técnico, México.

Creed, J. C., Phillips, R. C. & B. I. van Tussenbroe. 2003. The seagrasses of the Caribbean. En: E.P. Green, y F.T. Short (Eds.). *World atlas of seagrasses*. University of California Press, California, U.S.A. 235 - 242 pp.

Cruz-Vázquez, C., Rioja-Nieto, R. & E. Cecilia. 2019. Spatial and temporal effects of management on the reef seascape of a marine protected area in the Mexican Caribbean. *Ocean and Coastal Management*, 160: 50 - 57.

Day, W. J., Hall, C. A. S., Kemp, W. M. & A. Yáñez-Arencibia. 1989. *Estuarine Ecology*. Wiley Interscience Publication. USA. 558 p.

De la Lanza-Espino, G. 1994. Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano. p. 127-198. En: G. De la Lanza & C. Cáceres- Martínez (eds.). *Lagunas Costeras y El Litoral Mexicano*. UABC, México.

De La Lanza-Espino, G., Cáceres, M. C, Adame, M. S & P. S. Hernández. 1998. *Diccionario Hidrología y Ciencias Afines*, UABCS, Instituto de Biología UNAM, Plaza y Valdes Editores. 287 p.

De la Lanza-Espino, G., Hernández-Pulido, S. & I. Penie- Rodríguez. 2006. Estudio ambiental integrado de las playas del municipio de Solidaridad Quintana Roo. *Revista del Medio Ambiente, Turismo y Sustentabilidad*, 2: 1- 8.

Delgado-Estrella, A. & A. Romero-Tenorio. 2008. Abundancia, distribución y fotoidentificación de toninas (*Tursiops truncatus*) en dos localidades de la costa norte de la Península de Yucatán, México. XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos. Cambio climático y otras amenazas para la conservación de los mamíferos marinos. Programa y resúmenes 2008. 31 pp.

Delvigne, G. A. L. & C. E. Sweeney. 1998. Natural Dispersion of Oil. *Oil & Chemical Pollution*, 4: 281-310.

Deutsch, C. J., Self-Sullivan, C. & A. Mignucci-Giannoni. 2008. *Trichechus manatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T22103A9356917. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22103A9356917.en>. Downloaded on 21 December 2015.

DOF. 2000. AVISO por el que se da a conocer el establecimiento de zonas y periodos de veda para la captura de las especies de langosta en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. Abril 14 de 2000.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación. México. Diciembre 30 de 2010.

DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México, Agosto 24 de 2012.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 21 de Mayo de 2013. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero isla de Cozumel, clave 2305, Estado de Quintana Roo. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx): [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5299571&fecha=21/05/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299571&fecha=21/05/2013)

DOF. 2014a. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. Diario Oficial de la Federación. México, Noviembre 25 de 2014

DOF. 2014b. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán. Diario Oficial de la Federación. México, Marzo 13 de 2014

DOF. 2018. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico – Administrativas que se indican.

Español Echaniz. 1995. Paisaje. Conceptos básicos. Universidad Politécnica de Madrid.

Espinosa-Carreón, T. L., Strub, P. T., Beier, E., Ocampo-Torres, F. & G. Gaxiola-Castro. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California, J. Geophys. Res., 109. C03039, doi:10.1029/2003JC002105.

Espinoza-Ávalos, J. & N. P. Cetz-Navarro. 2011. Pastos marinos y macroalgas. En: C. Pozo (Ed.). Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación. Tomo 2. ECOSUR-CONABIO-Gobierno Quintana Roo. 38-43 pp.

Fay, J. A. 1969. The spread of oil slicks on a calm sea. In: (eds) Oil on the Sea. Plenum Press, New York, pp 53-63.

Fauchald, K. & G. Rouse. 1997. Polychaete systematics: Past and Present. Zoologica Scripta, 26(2): 71 - 138.

Fingas, M. 1998. The evaporation of oil spills: development and implementation of new prediction methodology. In: Marine Environmental Modelling Seminar '98. Lillehammer, Norway.

Flores Verdugo (2007). La topografía y el hidroperiodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. Boletín de la Sociedad Botánica de México, vol. Sup, núm 80, junio, 2007, pp. 33-47. Sociedad Botánica de México, Distrito Federal, México.

Folk, R. L. 1980. Petrology of sedimentary rocks (Edición electrónica 2002 ed.). Austin, Texas: Hemphills Publishing Company.

Froelich, N. P. Atwood, K. D., & G. S. Giese. 1978. Influence of Amazon River discharge in Surface salinity and dissolved silicate concentration in the Caribbean Sea Deep. *Sea Research*, 25: 735 - 744.

Froese, R. & D. Pauly (Editores). 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (04/2014).

Gallegos, A., 1996. Descriptive physical oceanography of the Caribbean Sea. *Small Islands: Marine Science and Sustainable Development Coastal and Estuarine Studies 51*. American Geophysical Union, United States, pp. 36 – 55.

Gallegos, A., & S. Czitrom. 1997. Aspectos de la oceanografía física regional del Mar Caribe. In: Lavín, M.F. (Ed.), *Oceanografía Física En México*, Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana (UGM), México, D.F, pp. 1401 – 1414.

García Romero (2002). *El Paisaje en el ámbito de la Geografía. Métodos y Técnicas para el estudio del Territorio. Temas selectos de Geografía de México.*

García-Salgado, M. A., Nava-Martínez, G. G., Vásquez, M., Jacobs N. D., Majil I., et al. 2008. Declining trend on the Mesoamerican Reef System marine protected areas. *Proc 11th Int Coral Reef Symp 2*: 888 – 894.

Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. 2005. *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Gómez, D. 2002. *Evaluación de impacto ambiental*. España. Ediciones Mundi-prensa.

Gómez-Gesteira, M., Montero, P., Prego, R., Taboada, J. J., Leitao, P., Ruiz-Villarreal, M., Neves, R. & V. Perez-Villar. 1999 A two-dimensional particle tracking model for pollution dispersion in A Coruna and Vigo Rias (NW Spain). *Oceanologica Acta*, 22: 167-177.

Gómez. P. 2002. *Esponjas marinas del Golfo de México y el Caribe*. AGT Editor. México. 134 p.

González-Solís, D., Vidal-Martínez, V. M., Antochiw-Alonso, D. M. & A. Ortega-Argueta. 2006. Anisakid nematodes from stranded pygmy sperm whales, *Kogia breviceps* (Kogiidae), in three localities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *The Journal of Parasitology*, 92(5): 1120 - 1122.

Hammond, P. S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y. , Wells, R. S. & B. Wilson. 2012a. *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22563A17347397. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T22563A17347397.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Hammond, P. S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y. , Wells, R. S. & B. Wilson. 2012b. *Steno bredanensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012 b: e.T20738A17845477. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T20738A17845477.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Hammond, P. S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y. , Wells, R. S. & B. Wilson. 2012c. *Stenella attenuata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012 c: e.T20729A17821189. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T20729A17821189.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Hammond, P. S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y. , Wells, R. S. & B. Wilson. 2012d. *Stenella clymene*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012 d: e.T20730A17840531. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T20730A17840531.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Hammond, P. S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K. A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W. F., Scott, M. D., Wang, J. Y. , Wells, R. S. & B. Wilson. 2012e. *Stenella frontalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012 e: e.T20732A17832795.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T20732A17832795.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Harkantra, S. N. & N. R. Rodrigues. 2003. Pattern of species succession of soft-bottom macrofauna in the estuaries of Goa, west coast of India. *Current Science*, 85: 1458 - 1464.

Hernández-Terrones, L., Rebolledo-Vieyra, M., Merino-Ibarra, M., Soto, M., Le-Cossec, A. & E. Monroy-Ríos. 2011. Groundwater pollution in a karstic region (NE Yucatan): baseline nutrient content and flux to coastal ecosystems. *Water Air Soil Pollution*, 218: 517 - 528.

Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., Pérez-Ceballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. 2012. Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad

Hooper, J. & R. W. M. van Soest. 2002. *Systema Porifera. A guide to the classification of sponges*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York. 1746 pp.

Huang, J. C. & F. C. Monastero. 1982. Review of the state-of-the-art of oil spill simulation models. Final Report. American Petroleum Institute.

Humann, P. & N. Deloach. 2013a. Reef coral identification. Florida Caribbean Bahamas. 3<sup>a</sup> ed. New World Publications, Inc. Singapore. 280 pp.

Humann, P. & N. Deloach. 2013b. Reef creature identification. Florida Caribbean Bahamas. 3<sup>a</sup> ed. New World Publications, Inc. Singapore. 280 pp.

INEGI. 1994. Anuario estadístico del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno de Quintana Roo.

INE. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo. Instituto Nacional de Ecología.

INEGI. 2007. Conjunto de datos vectoriales Edafológicos, escala 1:250000. Serie II. Continuo Nacional.

INEGI. 2010. Carta de hidrología superficial. Escala 1:50,000.

INEGI. 2011. Perspectiva estadística Quintana Roo. Diciembre 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 86p.  
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-qr.pdf>

INEGI. 2012. Perspectiva estadística Quintana Roo. Diciembre 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 87p. Disponible en  
[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd\\_perspect/qroo/Pers-qr.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/qroo/Pers-qr.pdf)

INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1:250000, Serie I.

IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

Instituto Nacional de Ecología. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo. México. 164 p.

Jordán Dahlgren, E. 1988. Arrecifes coralinos del noreste de la Península de Yucatán: Estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. UNAM.

Kahru, M. & B. G. Mitchell. 2001. Seasonal and non-seasonal variability of satellite-derived chlorophyll and CDOM concentration in the California Current. *Journal of Geophysical Research*, 106(C2): 2517 – 2529.

Ketten, D. & S. Moein-Bartol. 2006. Functional measures of sea turtle hearing. Final Report. Virginia Institute of Marine Science. Grant Number N00014-02-1-0510. 4p.

Kot, C.Y., DiMatteo, A., Fujioka, E., Wallace, B., Hutchinson, B., Cleary, J., Halpin, P. & R. Mast. 2014. The State of the World's Sea Turtles Online Database: Data provided by the SWOT Team and hosted on OBIS-SEAMAP. Oceanic Society, Conservation International, IUCN Marine Turtle Specialist Group (MTSG), and Marine Geospatial Ecology Lab, Duke University.  
<http://seamap.env.duke.edu/swot>.

Krebs, C. 2008. The ecological world view. CSIRO Publishing. Singapore. 574 pp

Krone, R. B. 1962. Flume Studies of the Transport in Estuarine Shoaling Processes. Final Report, Univ. of California, Hydraulic Engineering Laboratory and Sanitary Engineering Research Laboratory.

Lagueux, C. J. 2001. Status and Distribution of the Green Turtle, *Chelonia mydas*, in the Wider Caribbean Region. pp: 32-35. En. K.L. Eckert y F. A. Abreu-Grobois. Proceedings Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region —A Dialogue for Effective Regional Management. Santo Domingo, 16–18 November 1999. WIDECAS, IUCN-MTSG, WWF, and UNEP-CEP. 154p

Lapointe, B. E., O'Connell, J. D., & G. S. Garrett. 1990. Nutrient coupling between on-site sewage disposal systems, groundwaters, and nearshore surface waters of the Florida keys. *Biogeochemistry*, 10(3): 289 – 307.

Le Provost, C., Lyard, F., Molines, J., Genco, M. L. & F. Rabilloud. 1998. A hydrodynamic ocean tide model improved by assimilating a satellite altimeter-derived data set. *Journal of Geophysical Research*, 103. doi:10.1029/97JC01733.

Lesser, J. M. 1976. Resumen del estudio geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. *Boletín de Divulgación Técnica SHR*, 10: 1 -11.

Lesser Jones et al (1978). Geohidrología de la Isla de Cozumel, Q. Roo. *Revista Recursos hidráulicos*. No. 1 Volumen VII. pp 32-50.

Limpus, C. 2008. A biological review of Australian marine turtle species. 2. Green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus). Environmental Protection Agency, Queensland, Australia. 95p.

Littler, D. S. & M. M. Littler. 2000. Caribbean reef plant. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of México. Offshore Graphics. Washington. 542 pp.

Locarnini, R. A., Mishonov, A. V., Antonov, J. I., Boyer, T. P., Garcia, H. E., Baranova, O. K., Zweng, M. M., & D. R. Johnson, 2010. World Ocean Atlas 2009, Volume 1: Temperature. S. Levitus, Ed. NOAA Atlas NESDIS 68, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 184 pp.

López Ramos, E. 1975. Geological Summary of the Yucatan Peninsula. En A. Nairn, & F. Stehli (Edits.), The ocean basins and margins (Vol. 3. The Gulf of Mexico and the Caribbean, págs. 257-282). Boston, MA: Springer.

Loreto-Viruel. R. M., García-Beltrán, G. & J. Bezaury-Creel. 2017. Caracterización de arrecifes insulares de Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an Serie Documentos 7: 6 - 40.

Louda J.W., Li, J., Liu, L., Winfree, M. N. & E.W. Baker. 1998. Chlorophyll-a degradation during cellular senescence and death. Org. Geochem., 29: 1233 – 1251.

Louda J. W., Liu, L. & E. W. Baker. 2002. Senescence- and death-related alteration of chlorophylls and carotenoids in marine phytoplankton. Org Geochem., 33: 1635 –1653.

Lugo, J. 2011. Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, UNAM. 420 p.

Mas, R., Benito, M. I. & A. Alonso. 2010. La sedimentación carbonática en mares someros: las plataformas carbonáticas. En A. Arche (Ed.), Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria (Vol. Textos Universitarios 46, págs. 839-917). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Maas-Vargas, M.G. 2004. Inventario de las esponjas marinas (Porifera: Demospongiae) de la colección de referencia de Bentos Costeros de ECOSUR. Universidad y Ciencia, 20(39): 23 - 28.

Mackay, D., Buist, I. A., Mascarenhas, R. S. Paterson. 1980. Oil spill processes and models. Environment Canada Manuscript Report No. EE-8, Ottawa, Ontario.

Márquez-M., R. 1990. FAO Species Catalogue, Vol. 11. Sea Turtles of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sea Turtle Species Known to Date. FAO Fisheries Synopsis, 125(11): 81p.

Márquez-M., R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica, México. 197p.

Márquez -M., R., & M. A. Carrasco-A. 1996. Especies en Peligro Tortugas Marinas. XXX Aniversario, Instituto Nacional de la Pesca. 50p.

Márquez-M., R, Jiménez-Q., M.C. & M. A. Carrasco-A. 2000. Estado de salud de las tortugas marinas de México. Instituto Nacional de la Pesca. Dirección General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable. Informe de Trabajo, 33p.

Martins, F., Leitão, P. C., Silva, A. R. & Neves. 2001. 3D modelling of the Sado Estuary using a new generic vertical discretization approach. *Oceanologica Acta*, 24(1): 51-62.

Mateo-Cid, L. E. R & A. C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bénticas de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana*, 16: 57 - 87.

McManus, J. 1988. Grain size determination and interpretation. En M. E. Tucker (Ed.), *Techniques in Sedimentology* (págs. 63-85). Oxford: Blackwell Scientific.

Merino, M. 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán; estructura y fertilización, Tesis doctoral. UACP y P-CCH, UNAM. México.

Ministerio de Medio Ambiente (2008). Guía metodológica para la instalación de arrecifes artificiales. España. P 42-59.

Moncada, F., Abreu-Grobois, F. A., Muhlia-Melo, A., Bell, C., Troeng, S., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Meylan, A. B., Zurita, J., Espinosa, G., Nodarse, G., Márquez-Millán, R., Foley, A. & L. Ehrhart. 2006. Movement Patterns of Green Turtles (*Chelonia mydas*) in Cuba and Adjacent Caribbean Waters Inferred from Flipper Tag Recaptures. *Journal of Herpetology*, 40(1): 22 –3 4

Montero, P. 1999. Estudio de la hidrodinámica de la Ría de Vigo mediante un modelo de volúmenes finitos (Study of the hydrodynamics of the Ría de Vigo by means of a finite volume model). Ph. D. Dissertation, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Morales-Vela, B. E. & L. D. Olivera-Gómez. 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología*, 68 (1): 153 – 164.

Morales-Vela B., Padilla-Saldívar, J. A. & D. M. Antochiw-Alonzo. 2011. Mamíferos marinos. En: Pozo C. (Ed.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2.*

ECOSUR, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo, PPD. México, D.F. pp. 233-240.

Disponible en:

[http://www.ecosur.mx/index.php?option=com\\_academicpages&id=6#sthash.zJEBYf9X.dpuf](http://www.ecosur.mx/index.php?option=com_academicpages&id=6#sthash.zJEBYf9X.dpuf)

Morison, J. R., O'Brien, M. P., Johnson, J. W. & S. A. Schaaf. 1950. The force exerted by surface waves on piles, *Petroleum Transactions, American Institute of Mining Engineers*, 189: 149–154,

Muckelbauer, G. 1990. The shelf of Cozumel, Mexico: Topography and organisms. *Facies* 23: 185 - 240.

Müller-Karger, F. E., Walsh, J. J., Evans, R. H. & M. B. Meyers. 1991. On the seasonal phytoplankton concentration and sea Surface temperatura cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellites. *Journal of Geophysical Research*, 96(C7): 12645 - 12665.

Nolasco-Moreno, E. & A. Carranza-Edwards. 1988. Estudio sedimentológico regional de playas de Yucatán y Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 2: 49-66.

Nowlin, W. D. 1971. Water masses and general circulation of the Gulf of Mexico. *Oceanology Contribution*, 452: 173- 178.

Nowlin, W. D. & H. J. McLellan. 1967. A characterization of the Gulf of México waters in winter. *Journal of Marine Research*, 25: 29 - 59.

Null, K. A., Knee, K. L., Crook, E. D., Sieyes, N. , R., Rebolledo-Vieyra, M., Hernández-Terrones, L. & A. Paytan. 2014. Composition and fluxes of submarineSEMAR groundwater along the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula. *Continental Shelf Research*, 77: 38 - 50.

Orellana, R., Nava, F. & C. Espadas. 2007. El Clima de Cozumel y la Riviera Maya. In: Mejía-Ortíz LM, editor. *Biodiversidad acuática de la isla de Cozumel*. México, D. F.: Universidad de Quintana Roo – Plaza y Valdés.

Padilla y Sotelo (2019). El turismo de cruceros de la isla de Cozumel, México: más allá del Caribe. *Revista Transporte y Territorio* No. 20. pp 246-267.

Palacio, A. G. 2004. Riesgos naturales y susceptibilidad del terreno ante la ocurrencia de huracanes, aplicación de SIG en la costa baja acumulativa del suroeste de Campeche. En E. Rivera Arriaga, G. J. Villalobos, I. Azuz Adeath, & F. Rosado May (Edits.), El manejo costero en México (págs. 287-306). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo.

Palafox et al (2009). Rehabilitación turística y capacidad de carga en Cozumel: propuesta metodológica. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, vol. 11, pp 53-63.

Palafox y Zizumbo. 2009. Distribución territorial y turismo en Cozumel. Estado de Quintana Roo, México. Gest, tur. No 11, Jun 2009, pp 69-88.

Partheniades, E. 1965. Erosion and deposition of cohesive soils. J. of the Hydraulics Division, 91(1): 105-138.

Payne, J. R., Kirstein, B. E., Clayton, J. R., Clary, C., Redding, R., McNabb, D. & G. Farmer. 1987. Integration of Suspended Particulate Matter and Oil Transportation Study. Final Report, Report to Minerals Management Service, MMS 87-0083.

PDU (2005-2008). Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel, Quintana Roo. Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

Porter, J. W. & N. M. Targett. 1988. Allelochemical interactions between sponges and corals. Biological Bulletin, 175(2): 230 - 239.

QVGA. 2016. Composición y estructura comunitaria del bentos y fauna neotónica de Playa del Carmen y la isla de Cozumel. Informe Técnico. 80pp.

Rasmussen D. 1985. Oil Spill Modelling - A tool for cleanup operations. In: Oil Spill Conference, American Petroleum Institute. Pp 243-249.

Reilly, S. B., Bannister, J. L., Best, P. B., Brown, M., Brownell Jr., R. L., Butterworth, D. S., Clapham, P. J., Cooke, J., Donovan, G. P., Urbán, J. y A. N. Zerbini. 2008. Balaenoptera edeni. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T2476A9445502.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T2476A9445502.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Reyes-Bonilla, H. 2011. Monitoreo complementarios de algas, invertebrados y peces en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Hojas de cálculo SNIB-CONABIO, proyecto No. DM007 México D. F.

Rioja-Nieto, R., & C. Sheppard. 2008. Effects of management strategies on the landscape ecology of a Marine Protected Area. *Ocean & Coastal Management*, 51: 397 - 404.

Ríos-Lara, G. V., Espinoza-Méndez, J. C., Zetina-Moguel, C., Aguilar-Cardozo, C. & A. Ramírez-Estévez. 2013. La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y mar Caribe mexicano. Instituto Nacional de Pesca. México, D.F. 120p.

Robertson, D. R., Peña, E. A., Posada, J. M. & R. Claro. 2015. Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Versión 1.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

Rodríguez-Martínez, R. E., Ruíz-Rentería, F., van Tussenbroek, B., Barba-Santos, G., Escalante-Mancera, E., Jordán-Garza, G. & E. Jordán-Dahlgren. 2010. Environmental state and tendencies of the Puerto Morelos CARICOMP site, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 3): 23 - 43.

Rosenberg, G. 2009. Malacolog 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca. [WWW database (version 4.1.1)] URL <http://malacolog.org/>.

Rosenberg, R. 2001. Marine benthic faunal successional stages and related sedimentary activity. *Scientia marina*, 65:107-119.

Ruiz-Martínez, G., Silva-Casarín, R., & G. Posada-Vanegas. 2013. Morphodynamic comparison of the Northeast shoreline of Quintana Roo, Mexico. *Water Technology and Sciences*, IV(3): 45 - 62.

Ruiz-Villarreal, M., Montero, P., Taboada, J. J., Prego, R., Leitão, P. C. & V. Pérez-Villar. 2002. Hydrodynamic model study of the Ria de Pontevedra under estuarine conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 101-113.

Sánchez y Pinto et al (2015). Evidencia de flujo preferencial al mar, del Cenote Caletita, en Cozumel, México. Revista Ingeniería 19-1, pp. 1-12.

Santander, L. C., López Mejía, M., Mejía Ortiz, L. M. & O. Gallegos Jiménez. 2012. Evaluación del impacto ambiental de arrecifes artificiales para uso turístico en Cozumel, México. Investigación y Ciencia, 20(56): 18 - 26.

Schmitter-Soto, J. J., Vázquez-Yeomans, L., Aguilar-Perera, A., Curiel-Mondragón, C. & J. A. Caballero Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe mexicano. Anales del Instituto de Biología serie Zoología, 71(2): 143-177

SEDESOL. 2011. Atlas de Riesgos del Municipio de Cozumel, Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Social.

SEMAR, 1985. Temperatura superficial del mar en la República Mexicana. Veracruz. México.

SEMARNAT.2001-2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Escala 1:250,000.

SEMARNAT. 2009. Anteproyecto de decreto por el que se crea el Área Natural Protegida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel, con una superficie de 496 649 866.07 Hectáreas, localizada al norte del territorio insular del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo. Incluida en [Http: cofemir.gob.mx/expedientes/5996](http://cofemir.gob.mx/expedientes/5996).

SEMARNAT. 2016. El Medio Ambiente en México 2013-2014. [http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen14/00\\_mensajes/00\\_intro.html](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/00_mensajes/00_intro.html).

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Programa de Manejo. Área de protección de flora y fauna norte de la Isla de Cozumel. [https://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/2017/Isla%20Cozumel%20\(completo\).pdf](https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2017/Isla%20Cozumel%20(completo).pdf)

Servicio de Parques Nacionales (1994). Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico occidental. Parque Nacional de Islas Vírgenes. P 1-36.

Sheppard, C. R, Davy S. K. & G. M. Pilling. 2011. The biology of coral reefs. Oxford University Press. Estados Unidos. 334 p.

Seminoff, J. A. 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 15 October 2014.

Signoret, P. M., Bulit, C. & R. Pérez. 1998. Patrones de distribución de clorofila a y producción primaria en aguas del Golfo de México y del Mar Caribe. *Hidrobiológica*, 8(2): 81 - 88.

Sosa-Cordero, E. 2011. La langosta, pesquería emblemática de Quintana Roo. p. 221-227. In: C. Pozo, N. Armijo Canto y S. Calmé. (Eds.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO)-Gobierno del Estado de Quintana Roo-Programa de Pequeñas Donaciones-PNUD.*

Sosa-Cordero E., Medina-Quej, A., Ramírez-González, A., Domínguez-Viveros, M. & W. Aguilar-Dávila. 1993. Invertebrados Marinos Explotados en Quintana Roo, p. 709-734. In S.I. Salazar-Vallejo & N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera. Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, México.*

Sosa-Cordero, E. & A. Ramírez González. 2001. Dinámica de las pesquerías artesanales. *Ecofronteras*, [S.l.], p. 13-15, 2001. Disponible en: <<http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/448>>. Fecha de acceso: 21 dic. 2015

Sosa-Cordero, E. & A. Ramírez González. 2011. Pesca Marina. p. 183-189. In: C. Pozo, N. Armijo y S. Calmé. (Eds.). C. Pozo, N. Armijo Canto y S. Calmé. (Eds.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Comisión*

Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO)-Gobierno del Estado de Quintana Roo-Programa de Pequeñas Donaciones-PNUD.

Sosa-Cordero, E., Ramírez-González, A., Olivares-Escobedo, J., Cohuó-Collí, J. A., Mercadillo-Elguero, M. I. & C. Quintanal Lizama. 2009. Programa de Ordenamiento Pesquero en el Estado de Quintana Roo. 1.- Pesquería de Meros y especies afines. El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal. Auspiciado por CONAPESCA-SAGARPA. Chetumal, Q. Roo. 111p.

Spalding, M., C. Ravilious & E. Green. 2001. World Atlas of Coral Reefs. University of California Press, Berkeley, USA. 424 p.

Spaw, R. H. 1978. Late Pleistocene carbonate bank deposition: Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. - Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Socs. 28, 601-619, 11 figs., Miami.

Spotila, J. 2004. Sea Turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press and Oakwood Arts.

Stiver, W. & D. Mackay. 1984. Evaporation Rate of Spills of Hydrocarbons and Petroleum Mixtures. Environmental Science & Technology, 18: 834-840.

Svane, I. & J. K. Petersen. 2001. On the problems of epibiosis, fouling and artificial reefs, a review. Marine Ecology, 22(3):169-188.

Taboada, J. J., Prego, R., Ruiz-Villarreal, M., Montero, P., Gómez-Gesteira, M., Santos, A. & V. Pérez-Villar. 1998. Evaluation of the seasonal variations in the residual patterns in the Ría de Vigo (NWSpain) by means of a 3D baroclinic model. Estuarine Coastal and Shelf Science, 47: 661-670.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2008a. *Ziphius cavirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T23211A9429826. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T23211A9429826.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2008b. *Pseudorca crassidens*. The IUCN Red List of Threatened Species

2008: e.T18596A8495147. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T18596A8495147.en>.  
Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2008c. *Physeter macrocephalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T41755A10554884. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41755A10554884.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2011. *Globicephala macrorhynchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T9249A12972356. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2012a. *Kogia sima*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T11048A17695273. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T11048A17695273.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2012b. *Kogia breviceps*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T11047A17692192. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T11047A17692192.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2012c. *Grampus griseus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T9461A17386190. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T9461A17386190.en>. Downloaded on 21 December 2015.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & R. L. Pitman. 2013. *Orcinus orca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T15421A44220470. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T15421A44220470.en>. Downloaded on 21 December 2015.

UNEP-WCMC (Comps.) 2008. Checklist of CITES species (CD-ROM). CITES Secretariat, Geneva, Switzerland, and UNEP-WCMC, Cambridge, United Kingdom.

Van Rijn, L. C. 1989. Handbook of Sediment Transport by Current and Waves. Delft, The Netherlands: Delft Hydraulics.

Vega-Cendejas, M. E. & M. Hernández-de-Santillana. 2014. Ictiofauna que habita los sistemas costeros del parque marino Isla Contoy. *CienciaUAT*, 9(1): 44-59

Veron, J. 2000. Corals of the world. Australian Institute of Marine Science. Vol I. 463 pp.

Walker, S. J., Schlacher, T. A. & M. A. Schlacher-Hoenlinger. 2007. Spatial heterogeneity of epibenthos on artificial reefs: fouling communities in the early stages of colonization on an East Australian shipwreck. *Marine Ecology*, 28: 1 - 11.

Wentworth, C. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geol.*, 30: 377 - 392.

World Register of Marine Species (WORMS). 2019. <http://www.marinespecies.org/>

Wynne, J. M. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: third revision. Borntraeger Verlagsbuchhandlung Stuttgart. Alemania. 166 pp.

Yáñez-Arancibia, A. & J. W. Day. 1982. Ecological characterization of Terminos lagoon-estuarine system. in the Southern Gulf of Mexico, *Oceanologica Acta*, SP: 431-440.

Zar, J. H. 1997. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N. Jersey. 718 p.

Zimmerman, C. F., Montgomery, J. R., & P. R. Carlson. 1985. Variability of dissolved reactive phosphate flux rates in nearshore estuarine sediments: effects of groundwater flow. *Estuaries*, 8: 228 – 236.